


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического совета
университета
(протокол от 22 июня 2023 г. № 10)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
 С.В. Соловьёв
«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ»

Направление подготовки - 19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) Биотехнология
Квалификация выпускника - бакалавр

Мичуринск, 2023 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы молекулярной биологии» является: формирование у обучающихся теоретических представлений об основных методах молекулярной биологии; молекулярных и генетических механизмах функционирования систем жизнедеятельности; элементарных навыков постановки биологического эксперимента в ходе практических занятий.

Задачи:

- формирование представлений об основных молекулярных и генетических механизмах функционирования систем жизнедеятельности;
- дать представление об основных методах, применяемых для постановки молекулярно-биологических экспериментов;
- научить обучающихся анализировать современные данные об использовании методов молекулярной биологии для создания организмов с полезными свойствами.
- формировать умение самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической информации для решения научных и практических задач в области для решения научных и практических задач в области молекулярной биологии, необходимых для эффективной и целенаправленной профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы молекулярной биологии» является обязательной дисциплиной, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части Б1.Б.23.

Входные знания, умения и навыки, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения дисциплины «Основы биохимии».

Данная дисциплина взаимосвязана с такой дисциплиной как: «Генная инженерия» и необходима для успешного прохождения учебной практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, государственного экзамена.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-2 - способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3 - способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;

ПК-2 - способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;

ПК-6 - готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества.

Планируемые результаты обучения* (показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения			
	Низкий (допороговый) компетенция не сформирована	Пороговый	Базовый	Продвинутый

картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы..	пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы...	менной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы...	ской картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы...	физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы...
<u>ПК-2</u> Знать: как овладеть способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Уметь: пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Владеть: способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	Не знает как овладеть способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Не умеет: пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Не владеет: способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	Удовлетворительно знает как овладеть способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Удовлетворительно умеет: пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Удовлетворительно владеет: способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	Хорошо знает как овладеть способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Хорошо умеет пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Хорошо владеет: способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	Отлично знает как овладеть способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Отлично умеет пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами Отлично владеет: способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами
<u>ПК-6</u> Знать: критерии готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и	Не знает критерии готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных	Удовлетворительно знает критерии готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и	Хорошо знает критерии готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных	Отлично знает критерии готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных

<p>международных стандартов качества</p> <p>Уметь: проявлять готовность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Владеть: готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>	<p>стандартов качества</p> <p>Не умеет: проявлять готовность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Не владеет: готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>	<p>международных стандартов качества</p> <p>Удовлетворительно умеет: проявлять готовность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Удовлетворительно владеет: готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>	<p>стандартов качества</p> <p>Хорошо умеет проявлять готовность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Хорошо владеет: готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>	<p>стандартов качества</p> <p>Отлично умеет: проявлять готовность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Отлично владеет: готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>
---	---	---	--	---

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- цели и методы молекулярной биологии;
- структуру и пространственную организацию белков, нуклеиновых кислот,
- методы овладения способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
- биосинтез биополимеров; ферментативный катализ, понятия о ферментах, структурных белках.

уметь:

- обосновывать необходимость использования того или иного исследовательского метода, для решения практических задач в области молекулярной биологии;
- самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической информации для решения научных и практических задач в области молекулярной биологии;

- пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;
- приобретать новые знания в области молекулярной биологии, используя современные информационные технологии;

владеть:

- теоретической базой профессионально-профилированных методов молекулярной биологии;
- способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;
- готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества.

3.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных и обще профессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Компетенции				общее количество компетенции
	ОПК-2	ОПК-3	ПК-2	ПК-6	
Введение в дисциплину. Методы молекулярной биологии	+	+	+	+	4
Структура и свойства белков	+	+	+	+	4
Структура и свойства нуклеиновых кислот	+	+	+	+	4
Структура генома вирусов и прокариот	+	+	+	+	4
Структура генома эукариот	+	+	+	+	4
Репликация ДНК	+	+	+	+	4
Транскрипция	+	+	+	+	4
Процессинг РНК	+	+	+	+	4
Трансляция. Биосинтез белка	+	+	+	+	4
Репарация ДНК	+	+	+	+	4
Итого:					4

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц, 324 академических часа.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Всего академических часов		
	Очная форма	Очная форма	Заочная

	(1 семестр)	(2 семестр)	форма 2 курс
Общая трудоемкость дисциплины	108	216	324
Контактная работа обучающихся с преподавателем	80	66	42
Аудиторные занятия	80	66	42
Лекции	32	22	18
Практические занятия	48	44	24
Самостоятельная работа	28	144	273
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	7	36	70
подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	7	36	70
выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	7	36	70
подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	7	36	63
Контроль		36	9
Вид итогового контроля	зачет	экзамен	экзамен

4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в академических часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Раздел 1. Введение в дисциплину. Методы молекулярной биологии			
	1.1 Введение в дисциплину. Методы молекулярной биологии	4	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
2	Раздел 2. Структура и свойства белков			
	2.1. Структура и свойства белков	10	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
3	Раздел 3. Структура и свойства нуклеиновых кислот			
	3.1. Структура и свойства нуклеиновых кислот	6	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
4	Раздел 4. Структура генома вирусов и прокариот			
	4.1. Структура генома вирусов и прокариот	4	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
5	Раздел 5. Структура генома эукариот			
	5.1. Структура генома эукариот	4	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
6	Раздел 6. Репликация ДНК			
	6.1. Репликация ДНК	6	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
7	Раздел 7. Транскрипция			

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в академических часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
	7.1. Транскрипция	6	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
8	Раздел 8. Процессинг РНК			
	8.1. Процессинг РНК	4	1	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
9	Раздел 9. Трансляция. Биосинтез белка			
	9.1. Трансляция. Биосинтез белка	6	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
10	Раздел 10. Репарация ДНК			
	10.1. Репарация ДНК	4	1	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
	Итого	54	18	

4.3. Лабораторные работы не предусмотрены

4.4. Практические занятия

№ раздела (темы)	Наименование занятия	Объем в академических часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Решение задач по теме «Методы молекулярной биологии»	6	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
2	Решение задач по теме «Структура и свойства белков»	10	3	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
3	Решение задач по теме «Структура и свойства нуклеиновых кислот»	10	3	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
4	Решение задач по теме «Структура генома вирусов и прокариот»	10	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
5	Решение задач по теме «Структура генома эукариот»	10	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
6	Решение задач по теме «Репликация ДНК»	10	3	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
7	Решение задач по теме «Транскрипция»	10	3	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
8	Решение задач по теме «Процессинг РНК»	10	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
9	Решение задач по теме «Трансляция. Биосинтез белка»	10	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
10	Решение задач по теме «Репарация ДНК»	6	2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6
	Всего	92	24	4

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины (тема)	Вид самостоятельной работы	Объем в академических часах	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Раздел 1. Введение в дисциплину. Методы молекулярной биологии	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 2. Структура и свойства белков	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 3. Структура и свойства нуклеиновых кислот	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 4. Структура генома вирусов и прокариот	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	Подготовка к сдаче модуля (выполнение тренировочных заданий, тестов, упражнений)	4	6
Раздел 5. Структура генома эукариот	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7

Раздел дисциплины (тема)	Вид самостоятельной работы	Объем в академических часах	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 6. Репликация ДНК	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 7. Транскрипция	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 8. Процессинг РНК	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	6
Раздел 9. Трансляция. Биосинтез белка	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	7
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	4	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	8
Раздел 10. Репарация ДНК	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	7	7

Раздел дисциплины (тема)	Вид самостоятельной работы	Объем в академических часах	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
	подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	7	7
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	7	7
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	7	7
Итого:		172	273

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. Методические указания для выполнения самостоятельных работ по дисциплине «Основы молекулярной биологии» для обучающихся по направлению подготовки: 19.03.01-Биотехнология - Биотехнология. Мичуринск- Наукоград РФ, Мичуринский ГАУ, 2023.

4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы

Выполнение контрольной работы способствует углубленному усвоению положений дисциплины, показывает возможности обучающегося к самостоятельной работе над литературой.

Контрольная работа представляет собой форму самостоятельной работы обучающегося, позволяющую овладеть знаниями и навыками аналитической и исследовательской работы в рамках программы изучаемой учебной дисциплины.

Контрольная работа выполняется в виде письменных ответов на теоретические и практические вопросы, решения практических задач по вариантам, выполнения творческих заданий.

Письменные работы должны быть подготовлены самостоятельно, содержать совокупность аргументированных положений и выводов.

4.7. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в дисциплину. Методы молекулярной биологии

Молекулярная биология как методология, использующая умение пользоваться способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Задачи молекулярной биологии в растениеводстве: познание основных закономерностей жизнедеятельности растительных организмов, разработка и совершенствование методов создания геномных конструкций, управления экспрессией генов.

Локализация генов в хромосомах. Принцип линейного фиксированного расположения генов в хромосоме. Корреляция между воздействиями на ДНК и мутациями у высших организмов. Трансформация бактерий с помощью чистой ДНК. Опыт Эвери, Мак-Леода и Мак-Карти. Заражение бактерии бактериофаговой ДНК. Опыт Херши и Чейз. «Физическое» картирование генов.

Постгеномная эра биологии. Геномика. Протеомика. Стабильность генома и динамичность протеома. Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов, сравнение последовательностей аминокислотных остатков. Идентификация функциональных

областей генома на основе нуклеотидного состава. Выявление функционально значимых участков белков. Банки данных.

Новые молекулярно-биологические сельскохозяйственные биотехнологии как способность к реализации и управлению биотехнологическими процессами.

Раздел 2. Структура и свойства белков

Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Редкие аминокислоты, входящие в состав белков. Аминокислоты, не встречающиеся в белках. Пептидная связь. Полипептидная цепь. Структура и кислотно-основные свойства пептидов. Природные пептиды.

Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов.

Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры.

Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Гидрофобные взаимодействия. Водородные и солевые связи. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка.

Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Функциональное значение четвертичной структуры белка.

Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков изменением температуры, pH, обработкой химическими веществами. Действие детергентов, спиртов, электролитов.

Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка *in vitro*. Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью.

Раздел 3. Структура и свойства нуклеиновых кислот

Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания; кето-енольная таутомерия. Сахарный компонент нуклеотида; пентозы. Нуклеозиды. Нуклеотиды – фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэргические связи между альфа- и бета-фосфатами, между бета- и гамма-фосфатами. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы.

Количественное соотношение азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Правило Чаргаффа. Первичная структура биологического полимера. Нуклеотидная последовательность нуклеиновых кислот. Азотистые основания и водородные связи между ними. Уотсон-Криковские комплементарные пары оснований.

Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Реализация водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Антипараллельные цепи с идентичным информационным содержанием. Спирализация. Параметры спирали.

Денатурация двуспиральной ДНК. Ренатурация ДНК. Молекулярная гибридизация ДНК. Установление сходства нуклеотидной последовательности цепей ДНК путем молекулярной гибридизации. Гибридизация РНК-ДНК.

Макромолекулярная структура РНК. Одноцепочечность РНК. Спирализация в РНК (вторичная структура). Внутрицепочечные комплементарные взаимодействия. Петли, дефекты и внутренние петли шпилек РНК.

Раздел 4. Структура генома вирусов и прокариот

Типы генетического материала и механизм его репликации у различных вирусов. Типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином. Характеристика некоторых вирусов. Происхождение вирусов и их роль в эволюции.

Структура бактериальной хромосомы. Структура прокариотических генов. Бактериальные плазмиды. IS-элементы и транспозоны бактерий.

Раздел 5. Структура генома эукариот

Кинетика реассоциации денатурированной ДНК и сложность генома эукариот. Последовательности нуклеотидов эукариотического генома. Структура эукариотических генов. Геномы органелл эукариот: ДНК митохондрий и хлоропластов.

Раздел 6. Репликация ДНК

Репликация ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и развития многоклеточного организма из зиготы. Жесткая связь между репликацией и сегрегацией генома. Блокировка повторной репликации ДНК. Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Контроль репликации на уровне инициации. Размеры репликонов. Рекомбинационные единицы. Упорядоченная инициация их репликации в S-фазе клеточного цикла.

Полуконсервативный механизм репликации (опыт Мезельсона и Сталь, 1958 г.). Расхождение цепей ДНК. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация.

Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. Дезоксинуклеозидтрифосфаты как субстраты. Синтез ДНК как последовательное присоединение нуклеотидов к 3'-ОН-концу затравки. Образование комплементарного продукта. Уровень точности репликации ДНК. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Праймазы – РНК-полимеразы, образующие РНК-затравки для инициации синтеза ДНК. Расплетение двойной спирали ДНК-матрицы хеликазами. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз. Прерывистый синтез ДНК. Асимметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки.

ДНК-полимеразы *E.coli* – I (фермент Корнберга), II и III. Их четвертичная структура, количество молекул на клетку. Универсальные ферментативные активности – 5'-3'-полимеризующая (элонгация) и 3'-5'-экзонуклеазная (корректирующая). Уникальная 5'-3'-экзонуклеазная активность ДНК-полимеразы I. Функции ДНК-полимераз в клетке *E.coli*: роль ДНК-полимеразы I в удалении дефектов при репарации и РНК-затравки при репликации; II – в репарации; III – в репликации (репликаза с высокой процессивностью и скоростью полимеризации).

Детальная картина синтеза ДНК в репликативной вилке *E.coli*. Хеликазы – «шагающие» аллостерические белки. Праймосома – комплекс хеликазы и праймазы на запаздывающей цепи. Хеликаза *rep* на ведущей цепи. Строение ДНК-полимеразы III и ее функцио-

нирование в репликативной вилке холофермента . Минимальный фермент, связующий белок, гамма-комплекс, бета-зажим.

Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Завершение синтеза запаздывающей цепи из фрагментов Оказаки. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы H. ДНК-лигаза и механизмы ее действия.

Особенности репликации ДНК у эукариот.

Раздел 7. Транскрипция

Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Комплементарность продукта РНК-полимеразной реакции матрице. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции.

Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Промотор и терминатор транскрипции. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (–35) и (–10). Структура терминаторов.

Инициация транскрипции: этапы. Оперон как способ регуляции транскрипции. Регуляция активности генов *E.coli*, утилизирующих лактозу. Лас-оперон *E.coli*. Схема Жакоба-Моно. Понятия “репрессор”, “активатор”, “оператор”. Способы изменения активности репрессоров и активаторов. Примеры регуляции активности оперонов на стадии инициации. Факторы, действующие на значительном расстоянии. Сопряжение транскрипции и трансляции. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Терминация: фактор-зависимая и фактор-независимая.

Транскрипция у эукариот. Транскрипционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. РНК-полимеразы клеток эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II. Типы промоторов, особенности их строения. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. Удаленные места связывания факторов. Способы изменения активности факторов. Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Гены «домашнего хозяйства». Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции.

Раздел 8. Процессинг РНК

Понятие процессинга. Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гяРНК). Кэпирование 5'-концевой области: повышение эффективности трансляции и защита транскрипта от деградации. Строение «кэпа». Расщепление и полиаденилирование 3'- области. Сигнал полиаденилирования. ПолиА-полимераза- фермент расщепления и полиаденилирования. Деградация 3'-концевой области. Значение полиаденилирования для стабилизации транскрипта и его транспорта в цитоплазму. Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца: наличие нескольких сигналов полиаденилирования.

Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. Сплайсосома.

Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга. Интроны как предшественники мРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена как реализация способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.

Раздел 9. Трансляция. Биосинтез белка

Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью. Фундаментальные открытия 50-х годов: рибосомы как место синтеза белков; активация аминокислот путем образования аминоацил-тРНК; адапторная гипотеза Крика.

Генетический код. Экспериментальная расшифровка генетического кода в опытах Бреннера и Крика на мутантах бактериофага Т4 (1961 г.). Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых. Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот). Терминаторные кодоны. Семьи кодонов.

Транспортные РНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия. Гипотеза нестроогого соответствия Крика: неоднозначное спаривание первого нуклеотида антикодона с третьим нуклеотидом кодона. Особенности этих положений антикодона и кодона. Правила кодон-антикодонового спаривания Крика и их некоторые следствия.

Понятие трансляции. Химические реакции биосинтеза белков. Транспортные РНК. Адапторная гипотеза Крика и ее доказательство. Структура тРНК. Первичная структура: длина цепей, 3'-конец, «минорные» нуклеотиды, консервативные участки; вторичная структура: «клеверный лист», двуспиральные и односпиральные участки, каноническое и неканоническое спаривание оснований. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминоацильных остатков на тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз.

Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы.

Структура рибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Размер и подразделение рибосом на две субчастицы. Модели объединения субчастиц в целую рибосому.

Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Функции связывания: связывание и удержание матричного полинуклеотида (мРНК-связывающий участок); удержание пептидил-тРНК или деацилированной тРНК (тРНК-связывающий Р-участок); связывание аминоацил-тРНК (тРНК-связывающий А-участок), связывание белковых факторов трансляции и ГТФ (фактор-связывающий участок).

Элонгационный цикл рибосомы. Последовательность событий и молекулярные механизмы: перебор тРНК; узнавание антикодона; отбор правильного кодон-антикодонового комплекса. Транспептидация (образование пептидной связи). Транслокация. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле.

Инициация трансляции. Значение инициации трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Состояние рибосом перед инициацией. Инициация трансляции у прокариот. Ассоциация прокариотической 30S-субчастицы рибосомы с матричным полинуклеотидом. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот.

Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации; узнаваемые ими терминирующие кодоны. Связывание факторов терминации в А-участке рибосомы. Гидролиз пептидил-тРНК. Освобождение лигандов. Диссоциация субчастиц.

Регуляция трансляции у прокариот. Скорость распада мРНК в изменяющихся условиях среды и регуляция использования мРНК на стадии инициации. Участок связывания

рибосомы (RBS) мРНК. Эхансеры за пределами RBS. Изменение вторичной структуры мРНК: трансляционное сопряжение, вовлечение в шпильки инициаторных и терминирующих кодонов. Трансляционные репрессоры: аутогенная регуляция трансляции структурными белками рибосом *E.coli*.

Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации как примера готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества.

Раздел 10. Репарация ДНК

Система рестрикции-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. S-аденозилметионин – донор метильных групп. Системы рестрикции трех типов. Метилазы и рестриктазы типа II – отдельные ферменты. Узнавание и разрезание рестриктазами типа II коротких специфических (обычно полиндромных) последовательностей (4-6 пар оснований) с образованием “липких” или “тупых” концов.

Репарация ДНК – механизм исправления повреждений в ней. Типы повреждающих изменений в ДНК (точковые мутации, структурные нарушения) и их последствия. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот. Эффективность систем репарации. Некоторые типы спонтанных и индуцируемых повреждений ДНК и их прямой реактивации.

5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Слайдовые презентации. Электронные материалы.
Практические занятия	Обсуждение и анализ предложенных вопросов на аудиторных занятиях, индивидуальные доклады, сообщения, тестирование, собеседования.
Самостоятельная работа	Защита и презентация результатов самостоятельного исследования на занятиях

В целях реализации лекционного цикла, практической и самостоятельной работы будут использованы личностно-ориентированный, деятельный подход дифференцированного обучения с использованием методов активного и интерактивного обучения.

Для освоения дисциплины «Основы молекулярной биологии» используются различные образовательные методы и технологии для реализации компетенций. Преподавание дисциплины предусматривает лекции, практические занятия, тестирование, применение активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающегося. Самостоятельная работа предусматривает подготовку к лекциям и ЛПЗ, промежуточному контролю и итоговому испытанию.

В учебном процессе широко применяются компьютерные технологии. Лекции проводятся в аудитории с интерактивной доской и проектором, обеспечены демонстрационными материалами (электронными презентациями, видеofilmами), с помощью которых можно визуализировать излагаемый материал.

6. Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Основы молекулярной биологии»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Введение в дисциплину. Методы молекулярной биологии	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 1 8
2	Структура и свойства белков	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 4 11
3	Структура и свойства нуклеиновых кислот	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 2 8
4	Структура генома вирусов и прокариот	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 2 2
5	Структура генома эукариот	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 2 3
6	Репликация ДНК	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 3 15

7	Транскрипция	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 2 14
8	Процессинг РНК	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 2 4
9	Трансляция. Биосинтез белка	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 2 15
10	Репарация ДНК	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для экзамена	10 5 2

6.2.1 Перечень вопросов для зачета

Раздел 1

1. Молекулярная биология как методология, использующая умение пользоваться способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 2. Задачи молекулярной биологии в растениеводстве: познание основных закономерностей жизнедеятельности растительных организмов, разработка и совершенствование методов создания геномных конструкций, управления экспрессией генов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 3. Локализация генов в хромосомах. Принцип линейного фиксированного расположения генов в хромосоме. Корреляция между воздействиями на ДНК и мутациями у высших организмов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 4. Трансформация бактерий с помощью чистой ДНК. Опыт Эвери, Мак-Леода и Мак-Карти. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 5. Заражение бактерии бактериофаговой ДНК. Опыт Херши и Чейз. «Физическое» картирование генов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 6. Постгеномная эра биологии. Геномика. Протеомика. Стабильность генома и динамичность протеома. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 7. Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов, сравнение последовательностей аминокислотных остатков. Идентификация функциональных областей генома на основе нуклеотидного состава. Выявление функционально значимых участков белков. Банки данных. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 8. Новые молекулярно-биологические сельскохозяйственные биотехнологии как способность к реализации и управлению биотехнологическими процессами.. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 2

9. Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
10. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пептидная связь. Полипептидная цепь. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
11. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Количественное определение аминокислотного состава белков. Использование автоматических анализаторов. Гидролитическое расщепление белка с по-

- мощью протеолитических ферментов. Определение первичной структуры пептидов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
12. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 13. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Проблема стабильности вторичной структуры. Экспериментальные методы изучения вторичной структуры белков. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 14. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 15. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Гидрофобные взаимодействия. Водородные и солевые связи. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 16. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Методы исследования пространственной структуры белка. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 17. Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Функциональное значение четвертичной структуры белка. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 18. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков изменением температуры, pH, обработкой мочевиной, гуанидинхлоридом. Действие детергентов (ПАВ), спиртов, электролитов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
 19. Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка *in vitro*. Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

6.2.2 Перечень вопросов для экзамена

Раздел 1

1. Молекулярная биология как методология, использующая умение пользоваться способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
2. Задачи молекулярной биологии в растениеводстве: познание основных закономерностей жизнедеятельности растительных организмов, разработка и совершенствование методов создания геномных конструкций, управления экспрессией генов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
3. Локализация генов в хромосомах. Принцип линейного фиксированного расположения генов в хромосоме. Корреляция между воздействиями на ДНК и мутациями у высших организмов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
4. Трансформация бактерий с помощью чистой ДНК. Опыт Эвери, Мак-Леода и Мак-Карти. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

5. Заражение бактерии бактериофаговой ДНК. Опыт Херши и Чейз. «Физическое» картирование генов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
6. Постгеномная эра биологии. Геномика. Протеомика. Стабильность генома и динамичность протеома. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
7. Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов, сравнение последовательностей аминокислотных остатков. Идентификация функциональных областей генома на основе нуклеотидного состава. Выявление функционально значимых участков белков. Банки данных. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
8. Новые молекулярно-биологические сельскохозяйственные биотехнологии как способность к реализации и управлению биотехнологическими процессами.. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 2

9. Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
10. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пептидная связь. Полипептидная цепь. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
11. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Количественное определение аминокислотного состава белков. Использование автоматических анализаторов. Гидролитическое расщепление белка с помощью протеолитических ферментов. Определение первичной структуры пептидов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
12. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
13. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Проблема стабильности вторичной структуры. Экспериментальные методы изучения вторичной структуры белков. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
14. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
15. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Гидрофобные взаимодействия. Водородные и солевые связи. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
16. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Методы исследования пространственной структуры белка. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
17. Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Функциональное значение четвертичной структуры белка. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
18. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков изменением температуры, рН, обработкой мочевиной, гуанидинхлоридом. Действие детергентов (ПАВ), спиртов, электролитов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

19. Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка *in vitro*. Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 3

20. Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания.

i. Сахарный компонент нуклеотида; пентозы. Нуклеозиды. Нуклеотиды – фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэнергетические связи между альфа- и бета-фосфатами, между бета- и гамма-фосфатами. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

21. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

22. Количественное соотношение азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Правила Чаргаффа. Первичная структура биологического полимера. Нуклеотидная последовательность нуклеиновых кислот. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

23. Определение нуклеотидной последовательности ДНК химическим секвенированием по Максаму-Гилберту и методом дидезокситерминирования цепи по Сэнгеру. Флуоресцентная детекция. Автоматическое секвенирование. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

24. Азотистые основания и водородные связи между ними. Уотсон-Криковские комплементарные пары оснований. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

25. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Реализация водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Антипараллельные цепи с идентичным информационным содержанием. Спирализация. Параметры спирали. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

26. Денатурация двуспиральной ДНК. Ренатурация ДНК. Молекулярная гибридизация ДНК. Установление сходства нуклеотидной последовательности цепей ДНК путем молекулярной гибридизации. Гибридизация РНК-ДНК. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

27. Макромолекулярная структура РНК. Одноцепочечность РНК. Спирализация в РНК (вторичная структура). Внутрицепочечные комплементарные взаимодействия. Петли и внутренние петли шпилек РНК. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 4

28. Типы генетического материала и механизм его репликации у различных вирусов. Типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином. Характеристика некоторых вирусов. Происхождение вирусов и их роль в эволюции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

29. Структура бактериальной хромосомы. Структура прокариотических генов. Бактериальные плазмиды. IS-элементы и транспозоны бактерий. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 5

30. Кинетика реассоциации денатурированной ДНК и сложность генома эукариот. Последовательности нуклеотидов эукариотического генома. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

31. Структура эукариотических генов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

32. Геномы органелл эукариот: ДНК митохондрий и хлоропластов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 6

33. Репликация ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и развития многоклеточного организма из зиготы. Жесткая связь между репликацией и сегрегацией генома. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

34. Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Контроль репликации на уровне инициации. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

35. Полуконсервативный механизм репликации (опыт Мезельсона и Сталь, 1958 г.). Расхождение цепей ДНК. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
36. Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. Дезоксинуклеозидтрифосфаты как субстраты. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
37. Синтез ДНК как последовательное присоединение нуклеотидов к 3'-ОН-концу затравки. Образование комплементарного продукта. Уровень точности репликации ДНК. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
38. Праймазы – РНК-полимеразы, образующие РНК-затравки для инициации синтеза ДНК. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
39. Расплетение двойной спирали ДНК-матрицы хеликазами. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
40. Прерывистый синтез ДНК. Асимметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
41. ДНК-полимеразы *E.coli* – I (фермент Корнберга), II и III. Их четвертичная структура. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
42. Универсальные ферментативные активности ДНК-полимераз – 5'-3'-полимеризующая (элонгация) и 3'-5'-экзонуклеазная (корректирующая). Уникальная 5'-3'-экзонуклеазная активность ДНК-полимеразы I. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
43. Функции ДНК-полимераз в клетке *E.coli*: роль ДНК-полимеразы I в удалении дефектов при репарации и РНК-затравки при репликации; II – в репарации; III – в репликации (репликаза с высокой процессивностью и скоростью полимеризации). (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
44. Детальная картина синтеза ДНК в репликативной вилке *E.coli*. Хеликазы – «шагающие» аллостерические белки. Праймосома – комплекс хеликазы и праймазы на запаздывающей цепи. Хеликаза на ведущей цепи. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
45. Строение ДНК-полимеразы III и ее функционирование в репликативной вилке холофермента. Минимальный фермент, связывающий белок, гамма-комплекс, бета-зажим. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
46. Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Завершение синтеза запаздывающей цепи из фрагментов Оказаки. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
47. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы H. ДНК-лигаза и механизмы ее действия. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 7

48. Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Комплементарность продукта РНК-полимеразной реакции матрице. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
49. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
50. Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Промотор и терминатор транскрипции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
51. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (–35) и (–10). Структура терминаторов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
52. Инициация транскрипции: этапы. Оперон как способ регуляции транскрипции. Примеры оперонов: оперон рРНК, опероны рибосомных белков и «лишние» гены в составе этих оперонов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

53. Регуляция активности генов *E.coli*, утилизирующих лактозу. Лас-оперон *E.coli*. Схема Жакоба-Моно. Понятия “репрессор”, “активатор”, “оператор”. Способы изменения активности репрессоров и активаторов. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
54. Примеры регуляции активности оперонов на стадии инициации. Сопряжение транскрипции и трансляции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
55. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Терминация: фактор-зависимая и фактор-независимая. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
56. Транскрипция у эукариот. Транскрипционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
57. РНК-полимеразы клеток эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
58. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II. Типы промоторов, особенности их строения. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
59. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
60. Способы изменения активности факторов. Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
61. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Гены «домашнего хозяйства». Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 8

62. Понятие процессинга. Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гяРНК). Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
63. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. Сплайсосома. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
64. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
65. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга. Современное определение гена как реализация способности использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 9

66. Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью. Фундаментальные открытия 50-х годов: рибосомы как место синтеза белков; активация аминокислот путем образования аминоацил-тРНК. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
67. Генетический код. Экспериментальная расшифровка генетического кода (1961 г.). Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых. Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот). Терминационные кодоны. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

68. Транспортные РНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия. Правила кодон-антикодонового спаривания Крика и их некоторые следствия. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
69. Транспортные РНК. Структура тРНК. Первичная структура: длина цепей; вторичная структура: «клеверный лист», двуспиральные и односпиральные участки. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
70. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминоацильных остатков на тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
71. Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
72. Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации как примера готовности к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
73. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Функции связывания: связывание и удержание матричного полинуклеотида (мРНК-связывающий участок) (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
74. Функции связывания: удержание пептидил-тРНК или деацилированной тРНК (тРНК-связывающий Р-участок) (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
75. Функции связывания: связывание аминоацил-тРНК (тРНК-связывающий А-участок) (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
76. Функции связывания: связывание белковых факторов трансляции и ГТФ (фактор-связывающий участок). (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
77. Элонгационный цикл рибосомы. Последовательность событий и молекулярные механизмы: перебор тРНК; узнавание антикодона; отбор правильного кодон-антикодонового комплекса. Транспептидация (образование пептидной связи). Транслокация. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
78. Инициация трансляции. Значение инициации трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Состояние рибосом перед инициацией. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
79. Инициация трансляции у прокариот. Ассоциация прокариотической 30S-субчастицы рибосомы с матричным полинуклеотидом. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
80. Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации; узнаваемые ими терминирующие кодоны. Связывание факторов терминации в А-участке рибосомы. Гидролиз пептидил-тРНК. Освобождение лигандов. Диссоциация субчастиц. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

Раздел 10

81. Репарация ДНК – механизм исправления повреждений в ней. Типы повреждающих изменений в ДНК (точковые мутации, структурные нарушения) и их последствия. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)
82. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот. Эффективность систем репарации. (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-6)

6.3. Шкала оценочных средств

Уровни освоения	Критерии оценивания	Оценочные средства
------------------------	----------------------------	---------------------------

ния компетенций		ства (кол-во баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «зачтено», «отлично»	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отлично знает методы овладения способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; -основные термины и понятия дисциплины; <p>Умеет:</p> <p>отлично умеет пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отлично владеет способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; - готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества. 	<p>Тестовые задания (31-40)</p> <p>Реферат (9-10)</p> <p>Вопросы для экзамена (35-50) баллов</p>
Базовый (50 -74 балла) – «зачтено», «хорошо»	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Хорошо знает методы овладения способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -хорошо умеет пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами; <p>Владеет хорошо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; - готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества. 	<p>Тестовые задания (21-30)</p> <p>Реферат (7-10)</p> <p>Вопросы для экзамена (22-34)</p>
Пороговый (35 - 49 баллов) –	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - удовлетворительно знает методы овладения способностью и готовностью использовать ос- 	<p>Тестовые задания (11-20)</p> <p>Реферат (5-8)</p>

«зачтено», «удовлетворительно»	<p>новные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - удовлетворительно умеет пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - удовлетворительно владеет способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; - готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества. 	Вопросы для экзамена (19-21)
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «не зачтено», «неудовлетворительно»	<p>Не знает:</p> <p>методы овладения способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пользоваться способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами; <p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; - готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества 	Тестовые задания (0-10) Реферат(0-6) Вопросы для экзамена– (0-18)

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Основы молекулярной биологии»

7.1. Основная учебная литература:

1. Баженова, И.А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика : учебное пособие : электронно-библиотечная система : сайт / И.А. Баженова, Т.А. Кузнецова. — Санкт-Петербург Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-2698-0 — URL: <https://e.lanbook.com/book/99204>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст : электронный.

2. Скворцова, Н.Н. Основы биохимии и молекулярной биологии. Ч. I. Химические компоненты клетки: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2016. — 154 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91337>

7.2. Дополнительная учебная литература:

1. Баженова, И.А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Баженова, Т.А. Кузнецова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99204>. — Загл. с экрана.

2. Брюханов, А.Л. и др. Молекулярная микробиология/ под ред А.И. Нетрусова.- М.: Из-во Моск. ун-та, 2012. – 477 с.

3. Краткий курс лекций по молекулярной биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Н.И. Ярован, Е.Г. Прудникова. — Электрон. дан. — Орел : ОрелГАУ, 2016. — 84 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91719>. — Загл. с экрана.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины

1. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Основы молекулярной биологии» для обучающихся по направлению подготовки: 19.03.01- Биотехнология. Мичуринск- Наугоград РФ, Мичуринский ГАУ, 2023.

7.4. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.4.1. Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 03.04.2023 № 1)

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 06.04.2023 № 2)

4. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 07.04.2023 № б/н)

5. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (<http://ebs.rgazu.ru/>) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 13.04.2023 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)

6. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 04.04.2023 № 2702/бп22)

7. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 06.04.2023 № 6)

8. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

9. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

10. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 03.02.2023 № 11481 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 22.12.2022 № 194-01/2023)

7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 11.07.2022 № 530/2022)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)

	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 06.07.2022 № б/н, срок действия: с 22.11.2022 по 22.11.2023
	МойОфисСтандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiat.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 17.04.2023 № 6627, срок действия: с 17.04.2023 по 16.04.2024
	AcrobatReader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
	FoxitReader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>

2. Режим доступа: garant.ru - справочно-правовая система «ГАРАНТ»
3. Режим доступа: www.consultant.ru - справочно-правовая система «Консультант Плюс»

7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>
9. ...

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-2, ОПК-3, ПК-6
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-2, ОПК-3, ПК-6

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная дом № 101 - 2/32)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486) 2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205) 3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deercool THETA 21, материнская плата ASUS H81M-K<S-1150 iH, память DDR3 4 Gd, жесткий диск 500 Gb, корпус MAXcase H4403, блок питания Aerocool 350W (инв. № 21013400740) 4. Проектор Viewsonic PJD6243 DLP 3200 lumens XGA 3000:1 HDMI 3D 5. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сушильный шкаф СМ 50/250-500-ШС (инв.№ 41013401713) 2. Весы электронные (инв.№2101040151) 3. Камера КБУ-1 СПУ мод 9001 бактерицидная ультрафиолетовая для хранения стерильных инструментов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).

<p>промежуточной аттестации (Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/29)</p>	<p>(инв. № 21013600786) 4. Колбонагреватель UT- 4100 ULAB (500мл+450 град) (инв.№ 21013600787) 5. Ультразвуковая мойка (ванна) Uitecian-3 DT (3 л) (инв.№ 21013600791) 6. Доска классная (инв.№ 41013602279) 7. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№ 41013602313) 8. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№ 41013401743, 41013401742, 41013401741, 41013401740, 41013401739, 41013401738, 41013401737, 41013401736, 41013401735, 41013401734, 41013401733, 41013401732, 41013401731, 41013401730, 41013401729, 41013401745, 41013401744) 9. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№ 41013401708) 10. Прибор для измерения (HI 2215-2 микропроцессорный рН/ С - метр с автоматической калибровкой и авто-термокомпенсацией) (инв.№ 41013401712) 11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705) 12. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство для чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401698) 13. Стол лабораторный химический (1200x600x750) столешн. пластик/каркас ал. профиль (инв.№ 41013602351, 41013602350, 41013602336, 41013602335, 41013602334, 41013602333, 41013602332, 41013602331, 4103602330, 41013602329, 41013602328, 41013602327, 41013602326, 41013602325, 41013602324, 41013602323, 41013602322)</p>	
--	---	--

	<p>14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой P-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713)</p> <p>15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой. (инв.№ 41013401711)</p> <p>16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311)</p> <p>17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800x450x1950) полки пластик/ каркас ал. профиль с замком (инв. № 41013602357)</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, 3/239а)</p>	<p>1. Стол СУ168 (инв. № 21013600294)</p> <p>2. Компьютер "NL" в комплектации G1610/H61M/4Gb/500Gb/450W, клавиатура Gembird KB-8300UM-BL-R, мышь Gembird, монитор BenQ 21.5 G2250 (инв. № 41013401656, 41013401655, 41013401654, 41013401653, 41013401652, 41013401651, 41013401650, 41013401649, 41013401648, 41013401647, 41013401646, 41013401645, 41013401644, 41013401643, 41013401642)</p> <p>3. Мультимедийный проектор NEC M230X (инв. № 41013401578)</p> <p>Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).</p> <p>2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).</p> <p>3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);</p> <p>4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная).</p> <p>5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16).</p> <p>6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)</p>

Рабочая программа дисциплины «Основы молекулярной биологии» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, (уровень бакалавриата) утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 193 от 11.03.2015 г.

Автор кандидат с.-х. наук, доцент кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур Белосохов Ф.Г.

Рецензент (ы) кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров Губин А.С.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии (протокол от 17 марта 2015 г. № 10)

Программа рассмотрена на заседании методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина (протокол №8 от 23 марта 2015 г.).

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол № 9 от 23 апреля 2015 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии (протокол № 1 от 29 августа 2016 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина (протокол № 1 от 30 августа 2016 г.).

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 1 от 23 сентября 2016 г.).

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии (протокол № 8 от «18» апреля 2017 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от 18 апреля 2017 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 8 от 20 апреля 2017 г.).

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 7 от «13» апреля 2018 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от 16 апреля 2018 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 26 апреля 2018 г.).

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол №7 от «13» апреля 2018 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от «16» апреля 2018 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол № 10 от 26 апреля 2018 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол №7 от «9» апреля 2019 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от «22» апреля 2019 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от 25 апреля 2019 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 6 от «12» марта 2020 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от «20» апреля 2020 г.).

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол №8 от 23 апреля 2020 г.).

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 8 от «5» апреля 2021 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от «19» апреля 2021 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «22» апреля 2021 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 9 от «18» апреля 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от «18» апреля 2022 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «21» апреля 2022 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологии и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 11 от 13 июня 2023 г.).

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 22 июня 2023 г.).