

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
протокол от 25.08.2025 г. № 25.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярные методы в биологии

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – сформировать системные знания и практические компетенции в области современных молекулярно-биологических методов, необходимых для самостоятельного планирования, проведения и интерпретации экспериментальных исследований на молекулярном уровне, а также для решения прикладных задач в биотехнологии, биомедицине и смежных областях.

Задачи дисциплины:

- Изучить теоретические основы ключевых молекулярных методов: выделение и анализ нуклеиновых кислот, ПЦР и её модификации, секвенирование, молекулярное клонирование, методы редактирования геномов.
- Освоить принципы и этапы планирования молекулярно-биологического эксперимента: от постановки гипотезы до выбора адекватных методов, контролей и способов обработки данных.
- Сформировать умения практической работы с нуклеиновыми кислотами (выделение, очистка, измерение концентрации, оценка качества) и белками (электрофорез, вестерн-блоттинг).
- Научить выбирать и применять различные форматы ПЦР (качественная, количественная в реальном времени, цифровая) в зависимости от исследовательской или диагностической задачи.
- Освоить современные методы секвенирования ДНК и РНК (Сэнгер, NGS, нанопоровое) и подходы к интерпретации полученных данных.
- Сформировать понимание принципов геномного редактирования (CRISPR/Cas, prime editing) и стратегий дизайна направляющих РНК и донорных матриц.
- Освоить базовые биоинформатические инструменты для дизайна праймеров и зондов, анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, работы с базами данных (NCBI, Ensembl, UniProt).
- Научить критически анализировать научную литературу в части описания и применения молекулярных методов, оценивать воспроизводимость и достоверность представленных данных.
- Сформировать навыки документирования экспериментальных процедур, оформления результатов и формулирования обоснованных выводов с учётом статистической обработки.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках формируемой участниками образовательных отношений части, и относится к профессиональному модулю (дисциплина по выбору).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин бакалавриата: «Введение в биотехнологию», «Биомедицина», «Промышленная микробиология с основами

биотехнологий», «Молекулярная биология»; а также следующих дисциплин магистратуры: «Биотехнология и геновая инженерия».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Введение в биотехнологию» и «Биотехнология и геновая инженерия».

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-5	Способен обосновывать выбранные методы доклинических испытаний, используемое оборудование, расходные материалы, реагенты, тест-системы, производить оценку токсичности лекарственных средств, осуществлять поиск и анализ регуляторной и научной информации для решения профессиональных задач в области доклинических исследований лекарственных средств и их безопасности	З-ПК-5 Знать: молекулярные, биохимические, клеточные, органнне и системные механизмы действия лекарственных средств; методы математической статистики, применяемые в доклинических исследованиях лекарственных средств; методы прогнозирования токсичности лекарственных средств. У-ПК-5 Уметь: обосновывать отклонения от плана исследования; использовать статистические методы обработки данных. В-ПК-5 Владеть: методами проведения исследований, испытаний и экспериментальных работ по фармацевтической разработке в соответствии с утвержденным планом; методами ведения документации по фармацевтической разработке
ПК-6	Способен оценивать проведенные испытания лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции на соответствие фармакопейным требованиям, требованиям регистрационного досье и установленным процедурам. Производить оценку пригодности используемых в испытаниях помещений, оборудования, аналитических систем, материалов и реактивов	З-ПК-6 Знать: технику лабораторных работ при испытании лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды; принципы фармацевтической микробиологии и асептики, фармацевтической токсикологии; принципы стандартизации и контроля качества лекарственных средств. У-ПК-6 Уметь: производить оценку пригодности используемых в испытаниях помещений, оборудования, аналитических систем, материалов и реактивов; оценивать результаты внутреннего и внешнего контроля качества лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. В-ПК-6 Владеть: методами организации работ по мониторингу лабораторного

		оборудования и состояния лабораторных помещений, идентификация их статуса; методами интерпретации результатов испытаний и принятия решения о разрешении или запрещении использования исходного сырья, упаковочных материалов, промежуточной, нерасфасованной продукции.
ПК-7	Способен осуществлять контроль входящего сырья, обеспечивать санитарный контроль каждого этапа производства, оценивать и предотвращать микробиологические риски в процессе производства продукции, давать рекомендации в случае несоответствия санитарного качества продукта	З-ПК-7 Знать: микробиологию продуктов из сырья растительного и животного происхождения; методики микробиологических исследований продуктов из сырья растительного и животного происхождения У-ПК-7 Уметь: разрабатывать мероприятия, обеспечивающие санитарное благополучие технологических этапов производства В-ПК-7 Владеть: методами контроля качества и безопасности входящего сырья; методами поведения обучения, аудита для улучшения микробиологической безопасности на производстве

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	Форма обучения	
	Очная	
	Семестр	
	№ 2	
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	28	
В том числе:		
лекции (лекции в интерактивной форме)	14	
практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)	14	
лабораторные занятия	-	
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
зачет	-	
экзамен	36	
Самостоятельная работа обучающихся		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	116	
В том числе:		
Проработка учебного материала из списка рекомендованной литературы	88	
Подготовка к практическим занятиям	28	
Всего (часы):	180	
Всего (зачетные единицы):	5	

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

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах			
		Очная форма обучения			
		Лек	Пр	Лаб	СРО
1	Введение и базовые методы работы с нуклеиновыми кислотами	2	2	-	10
1.1	Введение в молекулярные методы	0,5	0,5		2
1.2	Выделение и очистка нуклеиновых кислот	1	1	-	4
1.3	Разделение ДНК и РНК	0,5	0,5	-	4
2	Полимеразная цепная реакция и её модификации	3	3	-	20
2.1	Принцип ПЦР	1	1	-	6
2.2	Модификации ПЦР	1	1	-	8
2.3	Применение ПЦР	1	1	-	8
3	Секвенирование и анализ геномов	2	2	-	20
3.1	Секвенирование по Сэнгеру	1	1	-	8
3.2	Секвенирование нового поколения	0,5	0,5	-	6
3.3	Нанопоровое секвенирование	0,5	0,5	-	6
4	Методы анализа белков и межмолекулярных взаимодействий	2	2	-	25
4.1	Выделение белков	1	1	-	8
4.2	Вестерн-блоттинг	0,5	0,5	-	8
4.3	Методы изучения белковых взаимодействий	0,5	0,5	-	9
5	Технологии редактирования геномов	2	2	-	25
5.1	CRISPR/Cas системы	1	1		10
5.2	Современные редакторы	1	1		15
6	Биоинформатика и анализ данных молекулярной биологии	2	2	-	10
6.1	Биоинформатические инструменты	1	1		5
6.2	Анализ данных и статистическая обработка результатов	1	1		5
7	Планирование эксперимента, документация и современные тенденции	1	1	-	6
7.1	Принципы планирования и контроля	1		-	6
	Итого за 2 семестр:	14	14	-	116
	Всего:	14	14	-	116

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Введение и базовые методы работы с нуклеиновыми кислотами	
1.1	Введение в молекулярные методы	Введение в молекулярные методы. Классификация, область применения, планирование эксперимента.
1.2	Выделение и очистка нуклеиновых кислот	Выделение и очистка нуклеиновых кислот (ДНК, РНК). Оценка качества и количества.
1.3	Разделение ДНК и РНК	Электрофоретическое разделение ДНК и РНК. Рестрикционный анализ.
2	Полимеразная цепная реакция и её модификации	
2.1	Принцип ПЦР	Принцип ПЦР, компоненты, этапы. Дизайн праймеров.
2.2	Модификации ПЦР	Модификации ПЦР: ОТ-ПЦР, ПЦР в реальном времени (qPCR), цифровая ПЦР.
2.3	Применение ПЦР	Применение ПЦР в диагностике, генотипировании и количественном анализе.
3	Секвенирование и анализ геномов	
3.1	Секвенирование по Сэнгеру	Секвенирование по Сэнгеру: принцип, применение, анализ хроматограмм.
3.2	Секвенирование нового поколения	Секвенирование нового поколения (NGS): платформы, библиотеки, основные этапы анализа.
3.3	Нанопоровое секвенирование	Нанопоровое секвенирование. Сравнение методов, выбор стратегии секвенирования под задачу.
4	Методы анализа белков и межмолекулярных взаимодействий	
4.1	Выделение белков	Выделение белков, электрофорез в ПААГ, окрашивание и детекция.
4.2	Вестерн-блоттинг	Вестерн-блоттинг: принцип, этапы, количественный анализ.
4.3	Методы изучения белковых взаимодействий	Методы изучения ДНК-белковых и белок-белковых взаимодействий: EMSA, ChIP, коиммунопреципитация, двугибридный анализ.
5	Технологии редактирования геномов	
5.1	CRISPR/Cas системы	CRISPR/Cas системы: принцип, компоненты, дизайн направляющих РНК.
5.2	Современные редакторы	Prime editing, base editing и другие современные редакторы. Применение и стратегии скрининга.
6	Биоинформатика и анализ данных молекулярной биологии	
6.1	Биоинформатические инструменты	Биоинформатические инструменты для молекулярного биолога: NCBI, Ensembl, BLAST, UniProt. Дизайн праймеров и зондов.
6.2	Анализ данных и статистическая обработка результатов	Анализ данных NGS и интерпретация геномных вариантов. Статистическая обработка результатов qPCR.
7	Планирование эксперимента, документация и современные тенденции	
7.1	Принципы планирования и контроля	Принципы планирования и контроля качества в молекулярном эксперименте. Ведение лабораторного журнала, воспроизводимость.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов. Для самостоятельной работы, подготовки к семинарским занятиям, сдачи коллоквиума, проектного задания и/или индивидуального домашнего задания, подготовке к экзамену рекомендуется использовать следующие материалы:

1. Афонин А.А., Комарова Л.Н. Полимеразная цепная реакция: учебно-методическое пособие. Ч. 1 Теоретические основы ПЦР. В двух частях [Электронный ресурс]. Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2025 40 с.

2. Афонин А.А., Комарова Л.Н. Полимеразная цепная реакция: учебно-методическое пособие. Ч. 2 Практические основы ПЦР. В двух частях [Электронный ресурс]. Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2025 44 с.

3. Сучкова Е.П. Основы биотехнологии: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 101 с.

4. Четвертакова, Е.В. Введение в биотехнологию [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Четвертакова; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2023. – 194 с.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации в том числе, указанной в п. 8.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1	Введение и базовые методы работы с нуклеиновыми кислотами	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Устный опрос на практическом занятии Контрольная точка
2	Полимеразная цепная реакция и её модификации	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Устный опрос на практическом занятии Контрольная точка
3	Секвенирование и анализ геномов	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Устный опрос на практическом занятии Контрольная точка
4	Методы анализа белков и межмолекулярных взаимодействий	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Устный опрос на практическом занятии Контрольная точка
5	Технологии редактирования геномов	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Устный опрос на практическом занятии Контрольная точка
6	Биоинформатика и анализ данных молекулярной биологии	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Устный опрос на практическом занятии Контрольная точка

7	Планирование эксперимента, документация и современные тенденции	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Контрольная точка
Промежуточный контроль			
1	Молекулярные методы в биологии	ПК-5 ПК-6 ПК-7	Экзамен

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

7.2.1. Экзамен

Допуск к экзамену по дисциплине в соответствии с принятой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ балльно-рейтинговой системой оценки знаний студентов осуществляется при количестве набранных студентом более 36 баллов за семестр при условии выполнения всех предусмотренных учебной программой видов учебной деятельности.

За семестр студент может набрать от 36 до 60 баллов.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам.

Процедура проведения экзамена:

1. Студент вытягивает экзаменационный билет и получает бланк для письменных записей.

2. В течение установленного времени (рекомендуется 30–40 минут) обучающийся письменно готовит развёрнутые ответы на вопросы билета в бланке, фиксируя ключевые определения, схемы, формулы, этапы решения задач.

3. По истечении времени подготовки или при готовности ранее студент проходит устное собеседование с экзаменатором (экзаменационной комиссией), в ходе которого:

- излагает содержание вопросов билета;
- отвечает на уточняющие и дополнительные вопросы по содержанию дисциплины;
- при необходимости поясняет записи и схемы, сделанные в бланке ответа.

4. Письменные записи, выполненные в процессе подготовки, сдаются экзаменатору, могут учитываться при оценивании, но не заменяют устного ответа.

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов различных разделов и одной задачи.

А) Типовые задания

Типовые вопросы:

Раздел 1. Введение и базовые методы работы с нуклеиновыми кислотами

1. Классификация молекулярно-биологических методов. Принципы планирования эксперимента: от гипотезы до выбора методов и контролей.
2. Методы выделения и очистки геномной ДНК из различных источников. Оценка качества и количества выделенных нуклеиновых кислот.

3. Методы выделения РНК. Особенности работы с РНК, ингибиторы РНКаз. Оценка целостности и чистоты РНК.
4. Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот: агарозный и полиакриламидный гели, типы красителей, интерпретация результатов.

Раздел 2. Полимеразная цепная реакция и её модификации

1. Полимеразная цепная реакция: принцип, компоненты, этапы. Роль каждого компонента реакционной смеси.
2. Дизайн праймеров: правила, критерии качества, программные средства. Типичные ошибки и способы их устранения.
3. Обратная транскрипция и ОТ-ПЦР: принцип, выбор праймеров, применение.
4. ПЦР в реальном времени (qPCR): принцип, форматы детекции (SYBR Green, TaqMan), анализ кривых амплификации и плавления.
5. Количественный анализ в qPCR: метод стандартной кривой, метод $\Delta\Delta C_t$. Нормализация данных, референсные гены.
6. Цифровая ПЦР: принцип, преимущества и ограничения по сравнению с qPCR. Области применения.

Раздел 3. Секвенирование и анализ геномов

1. Секвенирование по Сэнгеру: принцип, компоненты реакции, анализ хроматограмм. Причины артефактов и способы их устранения.
2. Секвенирование нового поколения (NGS): основные платформы (Illumina, Ion Torrent), принципы, этапы подготовки библиотек.
3. Нанопоровое секвенирование: принцип, особенности, преимущества и ограничения. Сравнение с NGS и секвенированием по Сэнгеру.
4. Основные подходы к анализу данных NGS: картирование, выявление вариантов, аннотация. Файловые форматы (FASTQ, BAM, VCF).
5. Выбор стратегии секвенирования в зависимости от задачи: геномное, транскриптомное, таргетное, метагеномное.

Раздел 4. Методы анализа белков и межмолекулярных взаимодействий

1. Электрофорез белков в полиакриламидном геле (SDS-PAGE): принцип, этапы, типы окрашивания. Определение молекулярной массы.
2. Вестерн-блоттинг: принцип, этапы переноса, блокировки, детекции. Количественный анализ и нормализация сигнала.
3. Иммунопреципитация хроматина (ChIP): принцип, этапы, применение. Анализ результатов с помощью qPCR и NGS (ChIP-seq).
4. Методы изучения белок-белковых взаимодействий: коиммунопреципитация, двугибридный анализ, pull-down assay. Их сравнение.
5. Метод EMSA (сдвиг электрофоретической подвижности): принцип, применение для изучения ДНК-белковых взаимодействий.

Раздел 5. Технологии редактирования геномов

1. Система CRISPR/Cas9: компоненты, механизм действия, дизайн направляющих РНК. Стратегии скрининга отредактированных клонов.
2. Современные редакторы геномов: prime editing, base editing. Сравнение с CRISPR/Cas9, преимущества и ограничения.

Раздел 6. Планирование эксперимента и анализ данных

1. Принципы планирования молекулярно-биологического эксперимента: контроли (положительные, отрицательные, внутренние), биологические и технические повторы.
2. Статистическая обработка результатов qPCR и других количественных методов. Воспроизводимость и достоверность данных.
3. Критический анализ научной литературы: оценка корректности молекулярных методов и интерпретации результатов в публикациях.
4. Современные тенденции развития молекулярных методов: мультиомиксные подходы, пространственная транскриптомика, методы одиночных клеток.

Типовые задачи:

1. С помощью горизонтального агарозного гель-электрофореза анализировались пробы. Маркер молекулярных длин содержал фрагменты ДНК длиной 100 п.н., 200 п.н., 500 п.н., 1000 п.н. и 2000 п.н. Образец 1 содержал фрагменты ДНК длиной 250 п.н., образец 2 – 200 п.н. и 650 п.н., образец 3 – 1200 п.н. Нанесите соответствующие полосы на схему геля (размеры полос подписать).
2. На фотографии/рисунке представлен секвенирующий гель-электрофорез. Определите последовательность матричной цепи от 5' конца к 3' концу.
3. Исследователь изучает влияние препарата на экспрессию гена-мишени MYC в культуре клеток. После выделения РНК и обратной транскрипции проведена количественная ПЦР в реальном времени (qPCR) для гена-мишени и двух референсных генов (GAPDH и ACTB). Получены следующие значения Ct (пороговых циклов):

Образец	Ct(MYC)	Ct(GAPDH)	Ct(ACTB)
Контроль	28.5	18.2	20.1
Обработка препаратом	26.1	18.0	19.9

Эффективность амплификации для всех праймеров близка к 100 %. Рассчитайте нормализованные значения ΔCt для контрольного и опытного образцов.

Б) Критерии оценивания компетенций (результатов):

Ответ оценивается по следующим критериям:

- Правильность, полнота, логичность построения ответа;
- Умение оперировать специальными терминами;
- Использование в ответе дополнительного материала;
- Умение иллюстрировать теоретические положения.

В) Описание шкалы оценивания:

Минимальный балл за ответ на экзамене – 24, максимальный – 40.

На экзамене ставится оценка в зависимости от соответствия ответа следующим критериям:

Отлично 36 – 40 баллов	Ответ оценивается на «Отлично» при: • правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета; • умении оперирования специальными терминами; • использовании в ответе дополнительного материала; • умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом; • правильном, полном и логично построенном ответе на уточняющие вопросы экзаменатора; • при решении экзаменационной задачи (3 вопрос экзаменационного билета)
Хорошо 30 – 35 баллов	Ответ оценивается на «Хорошо» при: • правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности; • умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала; • умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения; • при решении экзаменационной задачи с ошибками.
Удовлетворительно 24 – 29 баллов	Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при: • схематичном, неполном ответе; • неумении оперировать специальными терминами или их незнании; • с одной грубой ошибкой • неумении приводить примеры практического использования научных знаний, с грубыми ошибками в решенной экзаменационной задаче.
Неудовлетворительно Менее 24 баллов	Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при: • ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками; • неумении оперировать специальной терминологией; • неумении приводить примеры практического использования научных знаний; • нерешенной экзаменационной задаче.

7.2.2. Устные опросы на практических занятиях

Устный опрос проводится на практических занятиях, являющихся итоговыми по разделу, и затрагивает тематику пройденного раздела. Ответы на опрос оцениваются в баллах от 0 до 5 и засчитываются при получении оценки не ниже 3 баллов.

7.2.3. Контрольная точка

В течение семестра проводятся две контрольные точки, охватывающие материал пройденных разделов дисциплины. Первая контрольная точка предназначена для проверки освоения разделов 1-3, вторая – разделов 4-7.

Содержание заданий каждой контрольной точки формируется на основе материала, изученного в ходе лекционных и семинарских (практических) занятий. Задания могут включать теоретические вопросы, требующие развёрнутого ответа, тестовые задания, а также мини-кейсы по дизайну эксперимента или интерпретации данных. Конкретный перечень и формат заданий объявляются преподавателем не позднее, чем за одну неделю до даты проведения контрольной точки.

Поскольку задания базируются на пройденном материале и могут варьироваться в зависимости от акцентов, сделанных преподавателем в текущем семестре, обучающимся рекомендуется систематически прорабатывать конспекты лекций, выполнять задания семинарских занятий и своевременно устранять пробелы в понимании тем.

Результаты контрольных точек учитываются в текущем контроле успеваемости и могут служить допуском к промежуточной аттестации. Порядок пересчёта баллов или оценки за контрольные точки определяется рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся на первом занятии.

А) Типовые вопросы:

Тестовые задания

1. Какой компонент реакционной смеси для ПЦР определяет специфичность амплификации?
 - а) Дезоксинуклеотидтрифосфаты (dNTP)
 - б) ДНК-полимераза
 - в) Праймеры
 - г) Буферный раствор
2. Какой метод секвенирования основан на измерении изменения электрического тока при прохождении молекулы ДНК через пору?
 - а) Секвенирование по Сэнгеру
 - б) Illumina (секвенирование путём синтеза)
 - в) Нанопоровое секвенирование
 - г) Пиросеквенирование
3. Что показывает пороговый цикл (Ct) в количественной ПЦР?
 - а) Общее количество циклов амплификации
 - б) Номер цикла, на котором флуоресценция достигает заданного порога
 - в) Температуру плавления продукта
 - г) Эффективность амплификации
4. Какой компонент системы CRISPR/Cas9 отвечает за узнавание целевой последовательности ДНК?
 - а) Белок Cas9
 - б) Направляющая РНК (sgRNA)
 - в) Донорная матрица
 - г) PAM-последовательность
5. В чём заключается принцип метода обратной транскрипции?
 - а) Синтез ДНК на матрице РНК
 - б) Синтез РНК на матрице ДНК
 - в) Синтез белка на матрице РНК
 - г) Репликация ДНК
6. Какая база данных является основным ресурсом для хранения и поиска нуклеотидных последовательностей?
 - а) UniProt
 - б) PDB (Protein Data Bank)
 - в) GenBank (NCBI)
 - г) STRING

7. В вестерн-блоттинге после электрофореза белки переносят на:
 - а) Агарозный гель
 - б) Нитроцеллюлозную или PVDF-мембрану
 - в) Фильтровальную бумагу
 - г) Стекланную пластину
8. Какой краситель наиболее часто используется в количественной ПЦР в реальном времени для неспецифической детекции двухцепочечной ДНК?
 - а) Бромистый этидий
 - б) SYBR Green I
 - в) Кумасси R-250
 - г) DAPI

Задания с развёрнутым ответом

1. Исследователь с помощью CRISPR/Cas9 внёс мутацию в целевой локус в культуре клеток. Предложите подробный план эксперимента, который позволит подтвердить наличие мутации, оценить её тип (гомозиготная/гетерозиготная), а также проверить возможные нецелевые эффекты. Для каждого этапа укажите используемый метод и обоснуйте его выбор.
2. Сравните qPCR с интеркалирующим красителем SYBR Green I и qPCR с гидролизуемым зондом (TaqMan) по следующим критериям: специфичность, возможность мультиплексирования, трудоёмкость и стоимость. Для каждой технологии укажите ситуации, в которых она предпочтительна. Приведите пример исследовательской задачи, для которой вы выбрали бы один из методов, и обоснуйте свой выбор.
3. На графике приведены производные кривых плавления для трёх образцов:

Образец 1: один чёткий пик при 80 °C.

Образец 2: два пика — высокий при 80 °C и низкий широкий при 73 °C.

Отрицательный контроль (NTC): маленький пик при 73 °C.

Объясните происхождение двух пиков в образце 2. Почему в NTC наблюдается пик при 73 °C, если матрицу не добавляли?
4. На графике приведены производные кривых плавления для трёх образцов:

Образец 1: один чёткий пик при 80 °C.

Образец 2: два пика — высокий при 80 °C и низкий широкий при 73 °C.

Отрицательный контроль (NTC): маленький пик при 73 °C.

Можно ли использовать образец 2 для количественного анализа экспрессии? Какие меры можно предложить для улучшения специфичности?

Б) Критерии оценивания компетенций (результатов):

За каждый правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 1 балл. Частично правильный ответ или ответ с исправлениями не засчитывается. Каждый развёрнутый ответ оценивается по шкале от 0 до 5 баллов с шагом 1 балл.

Балл	Критерий оценивания заданий с развёрнутым ответом
5	Ответ полный, логически выстроенный, содержит все необходимые элементы (определения, схемы, формулы там, где нужно). Продемонстрировано глубокое понимание метода/процесса, уверенное владение терминологией. Приведены корректные примеры, все причинно-следственные связи обозначены. Для задач на планирование эксперимента – предложен адекватный подробный план с обоснованием каждого этапа и контролей. Для задач на

	интерпретацию данных – проанализированы все возможные причины, даны чёткие аргументированные выводы и, при необходимости, предложены дополнительные проверочные эксперименты.
4	Ответ в целом верный и достаточно полный, но имеются незначительные упущения: не полностью раскрыт один из аспектов, не приведён пример, есть небольшая неточность в терминологии или в описании метода, которая не искажает сути. Выводы корректны. Допускается незначительная неполнота в обосновании выбора метода или в плане эксперимента при сохранении общей логики.
3	Ответ поверхностный, содержит основные положения, но отсутствует глубина анализа. Изложение фрагментарно, допущены 1-2 негрубые ошибки в описании методов или интерпретации. При планировании эксперимента пропущены важные контрольные этапы, либо обоснование частично ошибочно. Выводы сформулированы неполно или частично неверно. Студент демонстрирует лишь пороговое понимание темы.
2	Ответ содержит грубые ошибки, демонстрирующие непонимание ключевых принципов метода. План эксперимента неверен. Интерпретация данных с грубыми ошибками. Терминология не освоена.
1	Ответ содержит грубые ошибки, демонстрирующие непонимание ключевых принципов метода. Большая часть вопроса не раскрыта. План эксперимента отсутствует или принципиально неверен. Интерпретация данных полностью ошибочна. Терминология не освоена.
0	Ответ отсутствует или содержит грубые ошибки, демонстрирующие непонимание сути вопроса. Обучающийся не владеет ключевыми понятиями темы.

В) Описание шкалы оценивания:

Минимальный балл за контрольную точку – 9, максимальный – 15.

Оценка ставится в зависимости от соответствия ответа следующим критериям:

Сумма баллов	Оценка	Характеристика
13-15	Отлично	Высокий уровень освоения материала разделов. Обучающийся демонстрирует системные знания, свободно оперирует понятиями, успешно решает тестовые и практико-ориентированные задания.
11-12	Хорошо	Продвинутый уровень. Основные знания и умения сформированы, допускаются незначительные неточности, не влияющие на общее понимание.
9-10	Удовлетворительно	Пороговый уровень. Обучающийся воспроизводит базовые понятия, но испытывает затруднения при ответах на вопросы, требующие анализа и синтеза, допускает ошибки в тестовых заданиях.
0-8	Неудовлетворительно	Недостаточный уровень. Компетенции не сформированы. Обучающийся не ориентируется в базовых понятиях разделов, не способен дать развёрнутый ответ.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

– Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

– Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации

самостоятельной работы обучающихся.

– Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

– Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

○ контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.

○ контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Исключение: текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.

– Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	2	60% от M1	M1
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	4	60% от M2	M2
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	9	60% от T1	T1
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	14	60% от T2	T2
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-		
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Устный опрос проводится на практических занятиях, являющихся итоговыми по разделу, и затрагивает тематику пройденного раздела. Применяется оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока

изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

7.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно» / «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1. Перечень основной литературы:

1. Нефедова Л.Н Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Нефедова Л.Н. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 104 с.

2. Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и генная инженерия. Электронный ресурс: Практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. – 60 с.
3. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функция белков [Электронный ресурс]: учебник / В.М. Степанов. – М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. – 336 с.
4. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 848 с.
5. Коничев, А.С. Молекулярная биология / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2005.-400с.
6. Пак, И.В. Введение в биотехнологию: учебное пособие: [16+] / И.В. Пак, О.В. Трофимов, О.А. Величко; Тюменский государственный университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2018. – 160 с.
7. Ребриков Л.В. ПЦР в реальном времени / Д.В. Ребриков, Г.А. Саматов, Д.Ю. Трофимов [и др.]; под редакцией Д.В. Ребрикова. – 9-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2021. – 223 с.

8.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., стер. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 479 с.
2. Шлейкин А.Г., Жилинская Н.Т. Введение в биотехнологию: Учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 95с.
3. Бокуть, С.Б. Молекулярная биология: / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А.А. Милютин. – Мн.: Высшая шк., 2005. – 463с.
4. Филлипович, Ю.Б. Биохимические основы жизнедеятельности человека / Ю.Б. Филлипович, А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова, Н.М. Кутузова – М.: Владос, 2005.– 407с.
5. Коничев, А.С. Биохимия и молекулярная биология: словарь терминов / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – М.: Дрофа, 2008. –359с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека «eLIBRARY.ru»
2. <http://libcatalog.mephi.ru/> – ЭБС НИЯУ МИФИ
3. <https://e.lanbook.com/> – ЭБС «Лань»
4. <https://cyberleninka.ru/> – Научная электронная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка»
5. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/> – NCBI BLAST (National Center for Biotechnology Information Basic Local Alignment Search Tool) – онлайн-

инструмент для поиска гомологичных последовательностей в геномных и протеомных базах данных

6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> / – PubMed – текстовая база данных медицинских и биологических публикаций

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Студент должен иметь лекционную тетрадь, где оформляет конспект лекций. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение.
Практические занятия	Семинарские занятия призваны научить студента самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу, разбираться в проблемных вопросах, способствовать обретению навыков анализа текстов источников информации, решению типовых задач. При подготовке к практическим занятиям студент должен ознакомиться с темой занятия, проработать соответствующий лекционный материал и материал в учебной литературе. Сформулировать проблемные для восприятия вопросы с целью их обсуждения в формате семинарского занятия. Занятия проводятся в форме активной работы студенческой группы под контролем и руководством преподавателя.
Самостоятельная работа	Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы предполагает подготовку к семинарским занятиям, проектной работе, а также подготовку к экзамену. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей про-грамме дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы. При самостоятельной работе рекомендуется конспектировать изучаемый (прорабатываемый) материал. Конспект может быть опорным, содержать лишь основные ключевые позиции, но при этом достаточным для полного ответа по вопросу. Конспект может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.
Устный опрос	Студент должен заблаговременно ознакомиться с планом семинарского (практического) занятия. На основе конспектов лекций и рекомендованной литературы кратко, схематично зафиксировать в рабочей тетради ключевые тезисы, определения, схемы и формулы по каждому вопросу, выделяя логические связи и причинно-следственные зависимости. Проверять незнакомые термины и понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников, выписывая толкования в тетрадь. Заранее формулировать вопросы по непонятным или спорным моментам для уточнения на консультации или в ходе обсуждения. При ответе в аудитории излагать материал последовательно, аргументированно, с опорой на изученные источники, грамотно используя профессиональную терминологию. Внимательно слушать ответы других обучающихся, дополнять их, задавать уточняющие

	вопросы. После занятия проанализировать допущенные ошибки и неточности, восполнить пробелы, при необходимости доработать конспект.
Контрольная точка	Студент должен заблаговременно ознакомиться с перечнем разделов и тем, выносимых на каждую контрольную точку, а также с форматом заданий, объявленным преподавателем (тестовые вопросы, задания с развёрнутым ответом, расчётные задачи, мини-кейсы). Систематически прорабатывать конспекты лекций и записи с семинарских занятий по соответствующим разделам; кратко, схематично фиксировать ключевые определения, принципы методов, формулы, алгоритмы планирования эксперимента, схемы постановки ПЦР, секвенирования, редактирования геномов и анализа белков. Проверять незнакомые термины и понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников, выписывая толкования в рабочую тетрадь. Особое внимание уделять пониманию логики методов, возможных источников ошибок и способов их устранения. При подготовке к тестовой части тренироваться отвечать на типовые тестовые задания, обращая внимание на точность формулировок. Для заданий с развёрнутым ответом составлять планы ответов, отражающие последовательность этапов метода, аргументацию выбора контролей, интерпретацию возможных результатов. Все непонятные вопросы, расхождения в источниках фиксировать и выносить на консультации преподавателя до даты проведения контрольной точки. В ходе выполнения контрольной точки внимательно читать формулировки заданий, рационально распределять время. После получения результатов проанализировать допущенные ошибки, при необходимости восполнить пробелы, доработать конспекты. Результаты контрольных точек учитываются в текущем контроле успеваемости и могут служить условием допуска к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	Студент должен заблаговременно ознакомиться с перечнем экзаменационных вопросов и списком рекомендованной литературы. Систематизировать накопленный в течение семестра материал: конспекты лекций, рабочие записи с семинарских занятий, результаты проектной работы. При подготовке к каждому вопросу кратко, схематично, последовательно фиксировать основные определения, термины, схемы, формулы, выводы, обобщения; выделять ключевые слова и понятия. Проверять незнакомые и сложные термины с помощью энциклопедий, словарей, справочников, при необходимости выписывать толкования в тетрадь. Составлять развёрнутые планы ответов, отражая в них логическую структуру изложения. Особое внимание уделить вопросам, которые ранее вызывали затруднения на устных опросах или при выполнении практических заданий, восполнить пробелы с помощью дополнительной литературы и консультаций преподавателя. Тренироваться воспроизводить ответы устно, соблюдая логику, последовательность и временной регламент. При обнаружении расхождений или противоречий в источниках фиксировать спорные моменты и прояснять их на консультации. Непосредственно перед экзаменом повторить ключевые положения, схемы и наиболее важные термины, сохранять спокойствие и уверенность.

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

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,

6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,

7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

11.1. Перечень программного обеспечения

- Adobe Acrobat Reader D;
- Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint);
- BLAST+
- QuantStudio™ Design & Analysis Software

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, оснащённая оборудованием и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели, комплект мебели для преподавателя, доска магнитно-маркерная, демонстрационное оборудование (проектор, экран и/или др.), компьютер с необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.

13. Иные сведения и (или) материалы

13.1. Краткий терминологический словарь

Амплификация – процесс многократного удвоения специфического участка ДНК (ампликона) во время ПЦР.

Амплифкон (ампликон) – амплифицированный (умноженный) участок ДНК, получаемый в результате ПЦР.

Гаситель – молекула, подавляющая флуоресценцию флуорофора до момента разделения (например, при расщеплении зонда).

Гибридизация – процесс комплементарного соединения двух цепей нуклеиновых кислот (например, праймера с матрицей).

Детергенты – вещества, разрушающие клеточные мембраны (например, SDS, Triton X-100), применяемые для лизиса.

Димеры праймеров – неспецифические продукты, образующиеся при комплементарном связывании праймеров друг с другом.

ДНК-полимераза – фермент, катализирующий синтез ДНК. В ПЦР используются термостабильные формы.

Интеркалирующие красители – вещества, неспецифически связывающиеся с двуцепочечной ДНК и флуоресцирующие при связывании.

Контаминация – загрязнение реакций чужеродной нуклеиновой кислотой. Требуется строгого соблюдения зональности и стерильности.

Контрольный образец – образец, используемый для проверки корректности реакции.

Кривая плавления – график изменения флуоресценции при нагревании, используемый для оценки специфичности продукта ПЦР.

Матрица – нуклеиновая кислота, которая служит исходной последовательностью для синтеза комплементарной цепи в ПЦР.

Молекулярные маяки – особый тип зондов, принимающих шпильчатую структуру с флуорофором и гасителем, которые расходятся при гибридизации с матрицей.

Перекрытая контаминация – попадание амплифицированного продукта в другие образцы, приводящее к ложноположительным результатам.

Плато – стадия ПЦР, на которой прекращается экспоненциальное увеличение ампликона.

Пороговый цикл (Ct, Cycle threshold) – номер цикла, при котором флуоресцентный сигнал в ПЦР в реальном времени пересекает порог и становится детектируемым.

Праймер – короткий одноцепочечный олигонуклеотид, комплементарный фланкирующему участку матрицы, необходимый для начала синтеза новой цепи

Референсный ген – стабильный в экспрессии ген, используемый для нормализации данных в количественной ПЦР.

Самокомплементарность – наличие участков в праймерах, способных образовывать внутримолекулярные связи, что может вызывать шпильки и снижать эффективность ПЦР.

Спейсер – участок между флуорофором и гасителем в зонде, обеспечивающий его правильную пространственную конфигурацию.

Таутометрия – явление изменения положения водорода в азотистых основаниях, потенциально приводящее к ошибкам спаривания оснований.

Флуорофор – молекула, испускающая флуоресценцию, используемая для визуализации амплификации.

Флуорохромы – обобщённое название для флуоресцентных молекул, применяемых в биологических исследованиях.

Фланкирующая последовательность – любая нуклеотидная последовательность, расположенная рядом («по соседству», «на фланге») с другой последовательностью

Эффективность амплификации – показатель того, насколько близко амплификация к идеальному удвоению (100 %) в каждом цикле. Нормой считается диапазон 90-110 %

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости

анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил (а) (и):

А.А. Афонин, старший преподаватель отделения Биотехнологий

Рецензент (ы):

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа рассмотрена на заседании отделения биотехнологий (протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.)	Руководитель образовательной программы 06.04.01 Биология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н.Комарова Начальник отделения биотехнологий «__» _____ 20__ г. _____ А.А. Котляров Научный руководитель магистерской программы (при необходимости) 06.04.01 Биология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н.Комарова
---	--