

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная биология

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.34 Молекулярная биология относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;	ОПК-2.1: Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у живых объектов, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики ОПК-2.2: Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды; ОПК-2.3: Владеет: - навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов.	ОПК-2.1: Знает теоретические основы и принципы хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне. ОПК-2.2: Умеет применять знание теоретических основ и принципов хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне. ОПК-2.3: Владеет навыками формулирования принципов хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне.	Аудиторная контрольная работа Собеседование Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-8: Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации,	ОПК-8.1: Знает: - основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его	ОПК-8.1: Знать устройство и принципы работы молекулярно-биологического оборудования, возможности в области использования лабораторного оборудования для исследования молекулярно-	Отчет по лабораторным работам Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы

применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.	содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики; ОПК-8.2: Умеет: - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы; ОПК-8.3: Владеет: - навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.	биологических объектов. ОПК-8.2: Уметь работать с литературными и интернет источниками по данной теме, систематизировать материал в виде таблиц и схем, подбирать и модифицировать методику при исследовании молекулярно-биологических объектов. ОПК-8.3: Владеть навыками работы с молекулярно-биологическим оборудованием при анализе исследуемых объектов и представления полученных результатов.		
---	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48
- КСР	2
самостоятельная работа	26
Промежуточная аттестация	36
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
История молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты.	12	2	9	11	1
Репликация ДНК.	15	2	11	13	2
Репарация ДНК.	6	2	2	4	2
Генетическая рекомбинация.	6	2	2	4	2
Транскрипция у прокариот.	6	2	2	4	2
Регуляция транскрипции у прокариот.	6	2	2	4	2
Транскрипция у эукариот.	8	3	3	6	2
Посттранскрипционные изменения РНК.	6	2	2	4	2
Генетический код. Трансляция.	5	2	2	4	1
Трансляция у прокариот.	6	2	2	4	2
Трансляция у эукариот.	6	2	2	4	2
Посттрансляционная модификация белков.	4	2	1	3	1
Генетическая организация прокариот.	4	1	2	3	1
Генетическая организация эукариот.	4	1	2	3	1
Архитектурные элементы генома.	5	2	2	4	1
Реоорганизация генома.	7	3	2	5	2
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	144	32	48	82	26

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Основные этапы развития молекулярной биологии, задачи и методы молекулярной биологии, основные открытия. Доказательство генетической роли ДНК. Строение нуклеиновых кислот. Модель ДНК Уотсона-Крика. Конформационные формы ДНК А, В, и Z. Вторичная, третичная структура ДНК, денатурация и ренатурация ДНК. Сверхспирализация ДНК, Топоизомеразы и их типы. Уровни укладки ДНК эукариот, структура нуклеосомы.

2. Принципы репликации. Репликация ДНК у бактерий, репликоны прокариот. Ферменты и белки, участвующие в репликации, реплисома. Репликация ДНК у эукариот. Репликативные ДНК-полимеразы. Репликоны эукариот, изменчивость их размеров. Понятие о стационарных «репликативных фабриках». Проблема репликации линейного незамкнутого фрагмента ДНК. Теломера, теломерные повторы, теломерная петля.

3. Репарация ДНК. Нарушения, возникающие в ДНК. Классификация типов репарации. Прямая репарация, эксцизионная репарация оснований и нуклеотидов, репарация несоответствий. SOS-репарация. Устранение двунитевых разрывов.
4. Общая (гомологичная) рекомбинация. Модели гомологичной рекомбинации. Роль рекомбинации в обеспечении синтеза ДНК при повреждениях ДНК, прерывающих репликацию. Ферменты рекомбинации. Сайт-специфичная рекомбинация.
5. Транскрипция у прокариот. Понятие транскриптона, оперона. РНК-полимераза прокариот, ее структура. Структура промотора прокариот. Степень спирализации ДНК и транскрипция. Стадии транскрипционного цикла.
6. Регуляция транскрипции у прокариот. Негативная и позитивная регуляция транскрипции, репрессоры, активаторы, эффекторы. Регуляция терминации транскрипции. Антитерминация. Атенуация транскрипции. Рибопереключатели.
7. Три системы транскрипции у эукариот. Особенности структуры промоторов генов, транскрибируемых РНК-полимеразами I, II, III эукариот. Транскрипционные факторы.
8. Процессинг РНК. Процессинг рРНК и тРНК у прокариот и эукариот. РНКаза Р, сплайсинг пре-тРНК, пре-рРНК эукариот. Процессинг мРНК. Редактирование РНК.
9. Свойства генетического кода, рамка считывания. Вторичная и третичная структура тРНК, изоакцепторные тРНК. Активация аминокислот и образование аминоксил-тРНК. Аминоксил-тРНК-синтетазы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Активные сайты рибосомы.
10. Основные этапы процесса трансляции у прокариот: инициация, элонгация, терминация.
11. Основные этапы процесса трансляции у эукариот. Кэп-зависимая и кэп-независимая инициация, типы IRES. Полисома.
12. Посттрансляционные модификации белков: фолдинг, ограниченный протеолиз, химическая модификация, интеиновый сплайсинг.
13. Нуклеоид бактерий. Мультипартитность геномов прокариот.
14. Геномы эукариот. Ядерный геном. Геномы органелл.
15. Архитектурные элементы генома. Гены, псевдогены, процессированные псевдогены. Повторяющиеся последовательности: прямые, инвертированные, tandemные, interspersные. Генные семейства. Сателлитная ДНК.
16. ДНК-транспозоны в геномах прокариот. Механизмы транспозиции. ДНК-транспозоны у эукариот. Подвижные элементы, перемещающиеся с помощью обратной транскрипции (ретроэлементы).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Молекулярная биология" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4090>).

Иные учебно-методические материалы: Луковникова Л.Б., Калугин А.В., Кравченко Г.А.

Методические рекомендации к семинарским занятиям по курсу «Молекулярная биология»:

Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2020. – 12 с.

Калугин А.В., Новиков Д.В., Луковникова Л.Б., Фомина С.Г., Перенков А.Д., Новиков В.В.

Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии. Часть 1. Общелабораторная

практика. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2015. – 39

с. Зарегистрировано в ФЭОР ННГУ 03.09.15. Режим доступа:

http://www.unn.ru/books/met_files/Kalugin.doc.

Перенков А.Д., Новиков Д.В., Фомина С.Г., Луковникова Л.Б., Калугин А.В., Касатова Е.С., Новиков В.В. Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии. Часть 2. Методы молекулярной диагностики: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. И.Н. Лобачевского, 2015. – 44 с. Зарегистрировано в ФЭОР ННГУ 03.09.15. Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/Perenkov.doc.

Касатова Е.С., Луковникова Л.Б., Фомина С.Г., Горшкова Е.Н., Василенко Е.А., Калугин А.В., Новиков Д.В., Перенков А.Д., Астраханцева И.В., Новиков В.В. Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии. Часть 3. Исследование физико-химических свойств белков и нуклеиновых кислот: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2015. – 19 с. Зарегистрировано в ФЭОР ННГУ 28.09.15. Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/Mol%20Biol%20P3.doc.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Контрольная работа №1 «Репликация. Репарация. Рекомбинация».

1. Репликация у прокариот: стадии репликации, ферменты и белки, участвующие в синтезе ДНК, репликоны прокариот.
2. Репликация у эукариот: стадии репликации, ферменты и белки участвующие в синтезе ДНК, репликоны эукариот.
3. Типы репарации ДНК. Прямая, эксцизионная, мисмэтч репарация.

Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые

Оценка	Критерии оценивания
	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Геномы эукариот. Архитектурные элементы генома. Гены, псевдогены, процессированные псевдогены, усеченные гены. Генные семейства. Повторяющиеся последовательности: прямые, инвертированные, тандемные, интерсперсные. Сателлитная ДНК.
2. Геномы органелл. Нуклеоид бактерий. Мультипартитность геномов прокариот.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-8:

1. Репликация ДНК у прокариот. Основные принципы репликации. Репликон прокариот. Строение репликативной вилки. Ключевые ферменты, участвующие в синтезе ДНК. Реплисома.
2. Проблема репликации линейного незажмкнутого фрагмента ДНК. Теломеры и теломерные повторы, теломерная петля. Теломераза.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

Оценка	Критерии оценивания
	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Тема «Транскрипция»:

1. Процесс созревания РНК-предшественника у эукариот называется:

- а) инициация
- б) трансляция
- в) терминация
- г) транскрипция

2. Сплайсинг РНК у эукариот происходит

- а) в ядре
- б) в цитоплазме
- в) в поровом комплексе ядерной оболочки
- г) не происходит

3. Регуляция экспрессии генов у эукариот происходит на следующих этапах

- а) только на этапе транскрипции
- б) на двух этапах –транскрипции и процессинга
- в) только на этапе сплайсинга
- г) на всех этапах экспрессии гена

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50-100% правильно выполненных заданий теста
не зачтено	0-49% правильно выполненных заданий теста

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-8:

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел «Результаты» должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы, предполагающие получение результатов электрофоретического разделения молекул, должны быть проиллюстрированы электрофореграммой и содержать словесное описание и анализ полученных результатов. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

Темы лабораторных работ:

1. Дозирование микрообъемов. Приготовление растворов.
2. Выделение нуклеиновых кислот из клеток *E. coli*. Определение концентрации нуклеиновых кислот.
3. Полимеразная цепная реакция.
4. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчеты оформлены согласно требованиям, сданы на проверку не позднее, чем в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя.
не зачтено	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

	отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Репарация ДНК. Типы репарации. Прямая репарация. Вырезание поврежденных нуклеотидов и комплекс ферментов, осуществляющих эксцизионную репарацию.
2. Механизм репарации неспаренных нуклеотидов (mismatch репарация).
3. SOS-репарация.
4. Репарация двунитевых разрывов: гомологичная пострепликативная рекомбинация и объединение нехомологичных концов молекулы ДНК.
5. Гомологичная рекомбинация. Структура Холлидея, миграция ветви. Модели гомологичной рекомбинации. Роль рекомбинации в обеспечении синтеза ДНК при повреждениях ДНК, прерывающих репликацию.
6. Сайт-специфичная рекомбинация.
7. Транскрипция у прокариот. Транскрипты прокариот. Структурные элементы промотора прокариот. РНК-полимераза, субъединичная структура. Роль и разнообразие сигма-факторов. Стадии транскрипции: инициация, элонгация, терминация (р-зависимые и р-независимые терминаторы).
8. Регуляция активности промоторов прокариот на стадии инициации транскрипции. Негативная регуляция, репрессоры. Позитивная регуляция, активаторы. Лактозный оперон. CAP-белок. Сигма-факторы как белки-регуляторы.
9. Регуляция активности промоторов прокариот на стадии терминации транскрипции Антитерминация. Атенуация на примере триптофанового оперона.
10. Три системы транскрипции эукариот: РНК-полимеразы I, II, III. Промоторы РНК-полимераз эукариот. Регуляторные элементы эукариот. Медиатор.
11. Транскрипция генов класса I. Транскрипция генов класса III.
12. Транскрипция генов класса II. Базальные факторы транскрипции для РНК-полимеразы II. Формирование белкового комплекса на промоторе. Факторы элонгации и терминации.
13. Процессинг рРНК, тРНК у прокариот и эукариот. Модификация 5'-, 3'-конца мРНК.
14. Сплайсинг первичных транскриптов мРНК, сплайсосомы. Автосплайсинг. Альтернативный сплайсинг. Редактирование РНК.
15. Свойства генетического кода. Особенности строения тРНК, изоакцепторные тРНК. Активация аминокислот, два класса аминоацил-тРНК-синтетаз.
16. Рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Морфология рибосом. Функционально активные сайты рибосом. А, Р и Е участки связывания тРНК, пептидил-трансферазный центр.
17. Инициация трансляции у прокариот: факторы инициации, инициаторные кодоны, 16S рРНК и последовательность Шайна-Дальгарно в мРНК. Инициация трансляции у эукариот. Кэп-зависимая и кэп-независимая инициация, факторы инициации.
18. Рабочий элонгационный цикл рибосомы; три основных этапа цикла. Факторы элонгации.
19. Терминация трансляции. Два этапа терминации, факторы терминации. Полисома. Сопряженная транскрипция-трансляция у прокариот.
20. Посттрансляционная модификация белков.
21. Ядерные геномы эукариот. Архитектурные элементы генома. Гены, псевдогены, процессированные псевдогены, усеченные гены. Генные семейства. Повторяющиеся последовательности: прямые, инвертированные, tandemные, интерсперсные. Сателлитная ДНК.
22. Геномы органелл. Нуклеоид бактерий. Мультипаритность геномов прокариот.
23. ДНК-транспозоны в геномах прокариот. IS-последовательности бактерий. Простые и композитные транспозоны. Механизмы транспозиции.
24. ДНК-транспозоны в геномах эукариот. Двухкомпонентная система ДНК-транспозонов: автономный и дефектный транспозоны. Контролирующие элементы кукурузы. Р-элементы дрозофилы.

25. Ретроэлементы. Классификация ретроэлементов. Механизмы перемещения элементов с длинными концевыми последовательностями. Ту-элементы дрожжей, соріа-подобные элементы дрозофилы.
26. Ретропозоны. SINE и LINE. Механизм перемещения LINE.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-8

1. Молекула ДНК. История доказательства генетической функции ДНК. Модель структуры ДНК Уотсона и Крика. Конформационные формы ДНК.
2. Кольцевые молекулы ДНК и понятие о сверхспирализации ДНК. Топоизомеразы и их типы. Уровни укладки ДНК.
3. Репликация ДНК у прокариот. Основные принципы репликации. Репликон прокариот. Строение репликативной вилки. Ключевые ферменты, участвующие в синтезе ДНК. Реплисома.
4. Структура участка старта репликации. Инициация образования новых цепей ДНК у прокариот. Терминация репликации. Двунправленная репликация и репликация по типу катящегося кольца.
5. Репликация ДНК у эукариот. Репликоны эукариот. ДНК-полимеразы эукариот. Инициация образования новых цепей ДНК у эукариот. Особенности «созревания» фрагментов Оказаки. «Репликативные фабрики» эукариот.
6. Проблема репликации линейного незамкнутого фрагмента ДНК. Теломеры и теломерные повторы, теломерная петля. Теломераза.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой.
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо».
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо».
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо».

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Коничев Александр Сергеевич. Молекулярная биология : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология". - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 400 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - ISBN 5-7695-1965-7 : 276.21., 45 экз.
2. Луковникова Любовь Борисовна. Методические рекомендации к семинарским занятиям по курсу «Молекулярная биология» : учебно-методическое пособие / Л. Б. Луковникова, А. В. Калугин, Г. А. Кравченко ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2020. - 12 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=794232&idb=0>.
3. Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии : учебно-методическое пособие. Ч. 1 : Общелабораторная практика / А. В. Калугин, Д. В. Новиков, Л. Б. Луковникова [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 39 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850212&idb=0>.
4. Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии : учебно-методическое пособие. Ч. 2 : Методы молекулярной диагностики / А. Д. Перенков, Д. В. Новиков, С. Г. Фомина [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 44 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850213&idb=0>.
5. Пособие к практическим занятиям по молекулярной биологии : учебно-методическое пособие. Ч. 3 : Исследование физико-химических свойств белков и нуклеиновых кислот / Е. С. Касатова, Л. Б. Луковникова, С. Г. Фомина [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 19 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850231&idb=0>.
6. Молекулярная биология. Практикум : Учебное пособие для вузов / под ред. Коничева А.С. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 169 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12544-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=760082&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ченцов Юрий Сергеевич. Введение в клеточную биологию : учеб. для студентов ун-тов, обучающихся по направлению 510600 "Биология" и биол. специальностям. - Изд. 4-е, перераб. и доп., стер., перепеч. с изд. 2005 г. - М. : Альянс, 2015. - 495 с. : ил. - ISBN 978-5-91872-080-6 : 762.00., 83 экз.
2. Плакунов Владимир Константинович. Основы динамической биохимии : Учебник / Федеральный исследовательский центр "Фундаментальные основы Биотехнологии"; Федеральный исследовательский центр "Фундаментальные основы Биотехнологии". - Москва : Издательская группа "Логос", 2020. - 216 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-98704-493-3.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=740336&idb=0>.

3. Студеникина Татьяна Михайловна. Гистология, цитология и эмбриология : Учебное пособие. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 574 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-006767-4. - ISBN 978-5-16-101676-3. - ISBN 978-985-475-563-2.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=621623&idb=0>.

4. NGS: высокопроизводительное секвенирование / Ребриков Д.В.; Коростин Д.О.; Шубина Е.С.; Ильинский В.В. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 235 с. - ISBN 978-5-00101-654-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736442&idb=0>.

5. Новикова Надежда Алексеевна. Молекулярные аспекты взаимодействия вирусов с клеткой : учебное пособие / Н. А. Новикова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 87 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850182&idb=0>.

6. Браун Терри А. Геномы = Genomes 3 / пер. с англ. А. А. Светлова ; под ред А. А. Миронова. - М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2011. - 944 с. - ISBN 0-8153-4138-5 (англ.) : 500.00., 1 экз.

7. Льюин Бенджамин. Гены = Genes IX / пер. 9-го англ. изд. И. А. Кофиади [и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 896 с. : цв. ил. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-94774-793-5 : 1899.40., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,

ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,

Научная электронная библиотека - <http://www.elibrary.ru>

Ежегодник «Успехи биологической химии» <http://www.inbi.ras.ru/ubkh/ubkh.html>

Вавиловский журнал генетики и селекции - <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/>

Классическая и молекулярная биология - <http://www.molbiol.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: ДНК-амплификаторы, микроцентрифуги, вортексы, аппараты для визуализации результатов геле-электрофореза ДНК, дозаторы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Луковникова Любовь Борисовна, кандидат биологических наук.

Рецензент(ы): Стручкова Ирина Валерьевна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.