

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

Основы генной инженерии

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

19.04.01 - Биотехнология

Направленность образовательной программы

Общая биотехнология

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.12 Основы генной инженерии 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-1: Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области	ОПК-1.1: Имеет представление о фундаментальных и прикладных основах в области биотехнологии и биологии ОПК-1.2: Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.3: Может грамотно применять знания в области биологии, биотехнологии и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и новых задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает теоретические основы и принципы хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне. ОПК-1.2: Умеет применять знание теоретических основ и принципов хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне. ОПК-1.3: Владеет навыками формулирования принципов хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне.	Доклад Собеседование Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-4: Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1: Понимает, может описать принципы и перечислить современные инструментальные методы и технологии, необходимые для решения задач профессиональной деятельности ОПК-4.2: Применяет современные инструментальные методы и технологии, необходимые	ОПК-4.1: Знать устройство и принципы работы молекулярно-биологического оборудования, возможности в области использования лабораторного оборудования для исследования молекулярно-биологических объектов. ОПК-4.2: Уметь работать с	Доклад Собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы

	<p>для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-4.3: Может осваивать новые методы и техники исследований, необходимые для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>литературными и интернет источниками по данной теме, систематизировать материал в виде таблиц и схем, подбирать и модифицировать методику при исследовании молекулярно-биологических объектов.</p> <p>ОПК-4.3: Владеть навыками работы с молекулярно-биологическим оборудованием при анализе исследуемых объектов и представления полученных результатов.</p>		
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	1
самостоятельная работа	23
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о

1. Основные принципы генной инженерии. Развитие. Достижения.	3	1	1	2	1
2. Ферменты генной инженерии.	5	2	2	4	1
3. Методы конструирования рекомбинантных ДНК.	3	1	1	2	1
4. Векторные молекулы ДНК. Введение молекул ДНК в клетки.	6	2	2	4	2
5. Методы отбора гибридных клонов.	6	2	2	4	2
6. Определение первичной нуклеотидной последовательности.	6	2	2	4	2
7. Амплификация ДНК.	6	2	2	4	2
8. Блоттинг.	6	2	2	4	2
9. Химический синтез ДНК.	6	2	2	4	2
10. Экспрессия генов, клонированных в прокариотических системах.	6	2	2	4	2
11. Получение рекомбинантных белков в эукариотических системах.	6	2	2	4	2
12. Направленный мутагенез. Генная инженерия белков.	6	2	2	4	2
13. Генная инженерия растений и животных.	6	2	2	4	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	24	24	49	23

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Основные принципы генной инженерии. Развитие. Достижения.
2. Ферменты генной инженерии. Эндонуклеазы рестрикции. Лигазы. Щелочная фосфатаза. ДНК-полимераза I E. coli. Обратная транскриптаза. Концевая дезоксинуклеотидилтрансфераза.
3. Методы конструирования рекомбинантных ДНК. Коннекторный метод. Рестриктазно-лигазный метод.
4. Векторные молекулы ДНК. Плазмидные векторы. Векторы на основе бактериофага λ. Космиды. Фазмиды. Векторы на основе нитевидных фагов. Фагмиды. Введение молекул ДНК в клетки: электропорация, конъюгация, химический метод.
5. Методы отбора гибридных клонов. Фенотипическая селекция. Гибридизация. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка.
6. Определение первичной нуклеотидной последовательности. Метод «плюс-минус». Метод Сэнгера. Метод Максама-Гилберта. Пиросеквенирование. Автоматическое секвенирование по методу Сэнгера. Высокопроизводительное секвенирование. Базы данных нуклеотидных последовательностей. Геномные проекты.
7. Амплификация ДНК. Полимеразная цепная реакция. ОТ-ПЦР.
8. Блоттинг по Саузерну. Иммуноблоттинг.
9. Методы ферментативно-химического синтеза ДНК. Метод Кораны. Синтез генов.
10. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов. Регулируемые промоторы. Повышение эффективности трансляции мРНК. Стабилизация чужеродных мРНК в прокариотических клетках.
11. Получение рекомбинантных белков в эукариотических системах. Системы экспрессии *Saccharomyces cerevisiae* и другие дрожжевые системы. Системы экспрессии с использованием культур клеток насекомых. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих.
12. Методика направленного мутагенеза. Генно-инженерные делеции и вставки последовательностей ДНК. Сегмент-направленный мутагенез *in vitro*. Олигонуклеотид-направленный мутагенез *in vitro*. Генная инженерия белков: замена аминокислот, повышение ферментативной активности. Повышение стабильности и специфичности белка.
13. Получение трансгенных животных. Экспрессия генов в трансгенных мышах. Нокаутные мыши.

Использование Ti-плазмид *A. tumefaciens* для создания трансгенных растений. Физические методы переноса генов в растительные клетки. Бомбардировка микрочастицами. Перенос генов в растения с помощью вирусов. Трансгенная система хлоропластов.

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.

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. Н.И. 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 - Доклад) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Применение трансгенных мышей.
2. Растения как биореакторы.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Секвенирование нового поколения.
2. Геномные проекты.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Содержание доклада соответствует заявленной теме, заявленная тема полностью раскрыта. Продемонстрированы научность языка изложения, логичность и последовательность в изложении материала. Представлен демонстрационный материал. Присутствует творческий, оригинальный подход.
отлично	Содержание доклада соответствует заявленной теме, заявленная тема полностью раскрыта. Продемонстрированы научность языка изложения, логичность и последовательность в изложении материала. Представлен демонстрационный материал.
очень хорошо	Содержание доклада соответствует заявленной теме, заявленная тема полностью раскрыта. Продемонстрированы научность языка изложения, логичность и последовательность в изложении материала с небольшими недочетами. Представлен демонстрационный материал.
хорошо	Содержание доклада соответствует заявленной теме, заявленная тема в целом раскрыта, с небольшими недочетами. Продемонстрированы научность языка изложения, логичность и последовательность в изложении материала с небольшими недочетами. Представлен демонстрационный материал.
удовлетворительно	Содержание доклада соответствует заявленной теме, заявленная тема раскрыта поверхностно. Нарушены научность языка изложения, логичность и последовательность в изложении материала. Демонстрационный материал представлен некорректно.
неудовлетворительно	Содержание доклада соответствует заявленной теме, заявленная тема не раскрыта. Нарушены научность языка изложения, логичность и последовательность в изложении материала. Демонстрационный материал не представлен.
плохо	Невозможность оценить доклад вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Генетическая трансформация прокариот. Перенос ДНК в *E. coli*. Электропорация. Конъюгация.
2. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*: коннекторный метод, рестриктазно-лигазный метод.
3. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Секвенирование ДНК. Метод «плюс-минус». Метод Сэнгера. Метод Максама-Гилберта.
2. Автоматическое секвенирование ДНК по методу Сэнгера.
3. Высокопроизводительное секвенирование.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

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 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.

Оценка	Критерии оценивания
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.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Тема «Основные принципы генной инженерии»:

1. Совокупность методов, позволяющих путем операций *in vitro* переносить информацию из одного организма в другой – это:

- а) хромосомная инженерия;
- б) генная инженерия;
- в) клеточная инженерия;
- г) гетерозис.

2. Генная инженерия зародилась в:

- а) 1970 г.;
- б) 1972 г.;
- в) 1974 г.;
- г) 1982 г.

3. Участок ДНК, в котором записана информация о первичной структуре белка:

- а) ген;
- б) геном;
- в) локус;
- г) хромосома.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

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

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

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

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-1

1. Технология рекомбинантных ДНК. Возникновение молекулярной биотехнологии.
2. Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии. *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, культуры эукариотических клеток.
3. Ферменты генетической инженерии: рестриктазы, ДНК-лигаза, ДНК-полимераза I *E. coli*, обратная транскриптаза, нуклеаза Bal31, концевая дезоксинуклеотидилтрансфераза, поли(А)-полимераза *E. coli*.
4. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*: коннекторный метод, рестриктазно-лигазный метод.
5. Векторные молекулы ДНК.
6. Трансформация и отбор.
7. Создание и скрининг библиотек. Создание геномной библиотеки.
8. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка.
9. Клонирование структурных генов эукариот.

10. Векторы для клонирования крупных фрагментов ДНК. Векторы на основе бактериофага λ. Космиды.
11. Векторные системы для клонирования очень крупных фрагментов ДНК
12. Генетическая трансформация прокариот. Перенос ДНК в *E. coli*. Электропорация. Конъюгация.
13. Химический синтез ДНК. Фосфорамидитный метод. Применение синтезированных олигонуклеотидов.
14. Синтез генов.
15. Полимеразная цепная реакция. Синтез генов с использованием полимеразной цепной реакции.
16. Блоттинг по Саузерну. Иммуноблоттинг.
17. Экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Регулируемые промоторы. Получение больших количеств белковых продуктов.
18. Химерные белки. Расщепление химерных белков. Применение химерных белков. Включение белков в поверхностные структуры.
19. Трансляционные экспрессирующие векторы.
20. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина. Повышение эффективности секреции.
21. Дрожжевые системы экспрессии.
22. Системы экспрессии с использованием культур клеток насекомых. Бакуловирусные системы.
23. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих.
24. Направленный мутагенез. Олигонаправленный мутагенез, случайный мутагенез.
25. Генная инженерия белков. Повышение ферментативной активности. Изменение специфичности фермента. Повышение стабильности и специфичности фермента.
26. Генная инженерия растений. Векторные системы на основе Ti-плазмид. Методы переноса ДНК в растительные клетки.
27. Трансгенные животные. Ретровирусные векторы. Микроинъекции ДНК. Модифицированные эмбриональные стволовые клетки. Клонирование с помощью переноса ядра. Искусственные дрожжевые хромосомы.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Секвенирование ДНК. Метод «плюс-минус».
2. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера.
3. Определение первичной нуклеотидной последовательности по методу Максама-Гилберта.
4. Автоматическое секвенирование ДНК по методу Сэнгера.
5. Высокопроизводительное секвенирование.
6. Пиросеквенирование.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

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

Основная литература:

1. Генетическая инженерия / Щелкунов С.Н. - Москва : Сибирское университетское издательство, 2010., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=638984&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. 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.
2. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии = Principles and Technigues of Biochemistry and Molecular Biology / ред.: К. Уилсон, Д. Уолкер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Безелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 848 с., [4] цв. вклейки : ил. - (Методы в биологии). - ISBN 978-5-94774-937-3 : 420.00., 1 экз.
3. Применение современных молекулярно-биологических методов для поиска и клонирования полноразмерных нуклеотидных последовательностей к ДНК : учебное пособие для вузов / Ребриков Д. В., Коростин Д. О., Ушаков В. Л., Барсова Е. В. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 88 с. - Рекомендовано УМО «Ядерные физика и технологии» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции НИЯУ МИФИ - Биология. - ISBN 978-5-7262-1481-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=716197&idb=0>.
4. Примроуз Санди. Геномика. Роль в медицине = Genomics. Applications in Human Biology / пер. с англ. О. Н. Королевой ; под ред. Е. Д. Свердлова, С. А. Лимборской. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 277 с. : ил. - Предм. указ.: с. 256 - 271. - ISBN 978-5-94774-500-9 (рус.) : 100.00., 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/>,

Национальный центр биотехнологической информации - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

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

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 19.04.01 - Биотехнология.

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

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.