

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра ботаники и генетики растений

**Авторы-составители: Боронникова Светлана Витальевна
Шибанова Наталья Леонидовна
Бельтюкова Надежда Николаевна**

**Рабочая программа дисциплины
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ БИОИНЖЕНЕРИИ
Код УМК 95719**

**Утверждено
Протокол №11
от «17» мая 2021 г.**

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Молекулярные основы биоинженерии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.03.01** Биология
направленность Экспериментальная биология

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Молекулярные основы биоинженерии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

06.03.01 Биология (направленность : Экспериментальная биология)

ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований

ПК.17 демонстрировать знание основных методов и перспектив современной биотехнологии, иметь представление о принципах генетической инженерии

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	06.03.01 Биология (направленность: Экспериментальная биология)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение

Молекулярная биотехнология как главное направление в развитии общей биотехнологии. Возникновение молекулярной биотехнологии и история ее развития. Молекулярно-биотехнологическая революция в биологии. Технология рекомбинантных ДНК.

Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии.

Прокариоты и эукариоты. *Escherichia coli* и *Saccharomyces cerevisiae* как основные биоагенты в разработках молекулярно-генетических исследований. Культуры эукариотических клеток.

Основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии.

Структура ДНК. Репликация. Расшифровка генетической информации: РНК и белок. Трансляция. Регуляция транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот.

Технология рекомбинантных ДНК.

Рестрицирующие эндонуклеазы. Плазмидные векторы. Трансформация и отбор. Создание и скрининг библиотек. Клонирование структурных генов эукариот. Векторы и векторные системы для клонирования крупных фрагментов ДНК. Векторы на основе бактериофага. Космиды. Генетическая трансформация прокариот.

Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК.

Химический синтез ДНК. Фосфорамидитный метод. Применение синтезированных олигонуклеотидов. Синтез генов. Методы секвенирования ДНК. Полимеразная цепная реакция.

Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах.

Регулируемые промоторы. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов. Крупномасштабные системы. Использование для экспрессии генов других микроорганизмов. Химерные белки, их расщепление и применение. Трансляционные экспрессирующие векторы. Стабилизация белков. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина. Повышение эффективности секреции.

Получение рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем.

Системы экспрессии *Saccharomyces cerevisiae*. Векторы для *S. cerevisiae*. Прямая экспрессия в *S. cerevisiae*. Секретия гетерологичных белков, синтезируемых *S. cerevisiae*. Другие дрожжевые системы экспрессии. Синтез поверхностного антигена вируса гепатита В. Синтез бычьего лизоцима С2. Системы экспрессии с использованием культур клеток насекомых. Система экспрессирующих векторов на основе бакуловирусов. Получение рекомбинантных бакуловирусов. Создание челночного вектора на основе бакуловирусов для *E. coli* и клеток насекомых. Выделение рекомбинантного белка из клеток насекомых с помощью аффинного связывания. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих. Селективные маркерные гены. Экспрессия двух клонированных генов в одной клетке млекопитающих.

Направленный мутагенез и генная инженерия белков.

Направленный мутагенез: методика. Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ДНК фага M13. Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием плазмидной ДНК. Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ПЦР-амплификации. Случайный мутагенез с использованием вырожденных Олигонуклеотидных праймеров. Случайный мутагенез с использованием аналогов нуклеотидов. Генная инженерия белков. Образование дополнительных дисульфидных связей. Замена аспарагина на другие аминокислоты. Уменьшение числа свободных сульфгидрильных групп. Повышение ферментативной активности. Изменение потребности ферментов в металлических кофакторах. Изменение специфичности фермента. Повышение стабильности и специфичности ферментного белка.

Молекулярная биотехнология микробиологических систем.

Биотехнологические процессы при участии рекомбинантных микроорганизмов. Рост микроорганизмов. Периодическая культура. Периодическая культура с добавлением субстрата. Непрерывная культура. Повышение эффективности ферментации. Культуры с высокой плотностью. Биореакторы. Типичные крупномасштабные системы ферментации. Двухступенчатая ферментация в тандемных эрлифтных биореакторах. Двухступенчатая ферментация в одном реакторе с механическим перемешиванием. Периодическая ферментация и периодическая ферментация с добавлением субстрата. Сбор клеток. Разрушение клеток. Дальнейшая обработка. Солюбилизация белков.

Молекулярная диагностика.

Методы иммунодиагностики, системы ДНК-диагностики, молекулярная диагностика генетических заболеваний.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с. — ISBN 978-5-379-02024-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/65273.html>
2. Генная инженерия в биотехнологии (семинары):учебное пособие/Г. А. Журавлева [и др.].-2-е изд., перераб. и доп..-Санкт-Петербург:Эко-Вектор,2019, ISBN 978-5-906648-98-3.-135.-Библиогр.: с. 134-135
3. Кребс, Дж. Гены по Льюису / Дж. Кребс, Э. Голдштейн, С. Килпатрик ; перевод И. А. Кофиади [и др.] ; под редакцией Д. В. Ребрикова, Н. Ю. Усман. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 920 с. — ISBN 978-5-93208-506-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/105765>

Дополнительная:

1. Жимулёв, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для вузов / И. Ф. Жимулёв ; под редакцией Е. С. Беляев, А. П. Акифьев. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 480 с. — ISBN 978-5-379-02003-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/65279>
2. Биотехнология (с основами генной инженерии):учебное пособие/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2009.-171.-Библиогр.: с. 170

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank> GenBank

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> PubMed

<http://biotech.nature.com> Новости биотехнологии

<http://www.biotechnology-journal.ru> Журнал "Биотехнология"

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Молекулярные основы биоинженерии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.). Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения :

1. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
2. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
3. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».
4. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

1. Лекционные занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий лабораторного типа - лаборатория "Цитологии и генетики", Лаборатория микрочлонарного размножения, лаборатория Молекулярно-генетическая (ПЦР) оснащенные лабораторным оборудованием специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской. Состав оборудования, аппаратных и программных средств представлен в паспортах лабораторий.
3. Групповые (индивидуальные) консультации - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа - Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Молекулярные основы биоинженерии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.4

**способность осваивать новые технологии и применять их для проведения
естественнонаучных исследований**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p>	<p>владеть понятиями о важнейших биотехнологических процессах и методах управления ими в лабораторных и промышленных масштабах</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания основ биотехнологии, схем и принципов определения нуклеотидной последовательности и амплификации ДНК. Знает основные понятия и терминологию. Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность и применять полученные знания.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо Сформированные, но неполные знания основ современной биотехнологии, схем и принципов определения нуклеотидной последовательности и амплификации ДНК, знает терминологию и основные понятия, используемые в изучаемой дисциплине. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении осуществлять мыслительную деятельность и применять полученные знания.</p> <p style="text-align: center;">Отлично Сформированные систематические знания основных методов современной биотехнологии, схем и принципов определения нуклеотидной последовательности и амплификации ДНК, знает терминологию и основные понятия, используемые в изучаемой дисциплине. Сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность и применять полученные знания о методологии в</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично процессе профессиональной деятельности. Успешное применение навыков реализации полученных знаний в решении научно- исследовательских задач и интерпретации полученных результатов.

ПК.17

**демонстрировать знание основных методов и перспектив современной биотехнологии,
иметь представление о принципах генетической инженерии**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.17 демонстрировать знание основных методов и перспектив современной биотехнологии, иметь представление о принципах генетической инженерии	Знать принципы и методы клеточной и генетической инженерии	<p>Неудовлетворител Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.</p> <p>Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания основ клеточной, генетической инженерии и современной биотехнологии, схем и принципов создания рекомбинантных ДНК. Знает основные понятия и терминологию. Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность и применять полученные знания.</p> <p>Хорошо Сформированные, но неполные знания основ клеточной и генетической инженерии, современной биотехнологии, схем и принципов создания рекомбинантных ДНК, знает терминологию и основные понятия, используемые в изучаемой дисциплине. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении осуществлять мыслительную деятельность и применять полученные знания.</p> <p>Отлично Сформированные систематические знания основных методов клеточной и генетической инженерии, современной биотехнологии, схем и принципов создания рекомбинантных ДНК, знает терминологию и основные понятия, используемые в изучаемой дисциплине. Сформированное умение</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично осуществлять мыслительную деятельность и применять полученные знания о методологии в процессе профессиональной деятельности. Успешное применение навыков реализации полученных знаний в решении научно-исследовательских задач и интерпретации полученных результатов.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение Входное тестирование	Знать основы молекулярной биологии и генетики
ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований ПК.17 демонстрировать знание основных методов и перспектив современной биотехнологии, иметь представление о принципах генетической инженерии	Основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии. Письменное контрольное мероприятие	Знать основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии.
ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований ПК.17 демонстрировать знание основных методов и перспектив современной биотехнологии, иметь представление о принципах генетической инженерии	Получение рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем. Письменное контрольное мероприятие	Знать понятие рекомбинантных белков и способы их получения с помощью эукариотических систем.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований ПК.17 демонстрировать знание основных методов и перспектив современной биотехнологии, иметь представление о принципах генетической инженерии	Молекулярная диагностика. Итоговое контрольное мероприятие	Знать методы иммунодиагностики, системы ДНК-диагностики, молекулярную диагностику генетических заболеваний.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
знает основы молекулярной биологии	5
знает основы генетики	5

Основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
знает молекулярные основы биоинженерии	10
знает биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии	10
знает основные этапы биотехнологического процесса	10

Получение рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
знает основы химического синтеза, определения нуклеотидной последовательности и	10

амплификации ДНК.	
знает методы получения рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем.	10
знает методы оптимизации экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах.	10

Молекулярная диагностика.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
знает основы молекулярной биотехнологии микробиологических систем.	20
Знает основы молекулярной диагностики.	10
знает методы направленного мутагенеза и генной инженерии белков.	10