

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ульяновский государственный педагогический университет  
имени И.Н. Ульянова»  
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический  
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-  
методической работе  
 С.Н. Титов  
«21» июня 2021 г.

## МЕТОДЫ СБОРКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Программа учебной дисциплины биологического модуля

основной профессиональной образовательной программы высшего  
образования – программы магистратуры по направлению подготовки  
06.04.01 Биология

направленность (профиль) образовательной программы  
Биоинформатика и системная биология

(очная форма обучения)

Составитель: Соловьев А.В., к.б.н.,  
доцент кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-  
географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

## **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методы сборки генетических конструкций» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) Биологического модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биоинформатика и системная биология», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках ряда дисциплин учебного плана: «Биоинформатика», «Биотехнология», «Синтетическая и системная биология», «Химия и химические технологии», «Метагеномика».

Результаты изучения дисциплины «Методы сборки генетических конструкций» являются теоретической и методологической основой при изучении дисциплин: «Современные достижения информационных систем», «Машинное обучение», при прохождении практик по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, при подготовке и защите ВКР.

### **1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине**

**Целью** освоения дисциплины «Методы сборки генетических конструкций» является подготовка магистранта к будущей профессиональной деятельности. Дисциплина предназначена сформировать у магистрантов представления о современных подходах, методологии сборки молекулярно-генетических конструкций.

**Задачей** освоения дисциплины является формирование у магистранта целостного представления о методах и подходах генетической инженерии.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Методы сборки генетических конструкций» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	зnaet	умeет	владеет
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла			
ИУК 2.1. Выстраивает этапы работы над проектом с учетом последовательности их реализации, определяет этапы жизненного цикла проекта.		OP-1 Выстраивает этапы работы над проектом	
ИУК 2.2. Определяет проблему, на решение которой направлен проект, грамотно формулирует цель проекта. Определяет исполнителей		OP-2 Определяет проблему, на решение которой направлен проект,	

проекта.			
ИУК 2.3. Проектирует решение конкретных задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.		ОР-3 Проектирует решение конкретных задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения	
ИУК 2.4. Качественно решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время. Оценивает риски и результаты проекта.		ОР-4 решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время	
ИУК 2.5 Публично представляет результаты проекта, вступает в обсуждение хода и результатов проекта.		ОР-5 Публично представляет результаты проекта, вступает в обсуждение хода и результатов проекта.	

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

Номер семестра	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации							
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоят. работа, час									
	Трудоемк.														
	Зач. ед.	Часы													
3	3	108	4	20	-	57	экзамен								
Итого:	3	108	4	20	-	57	экзамен								

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

**3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий:**

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>3 семестр</b>				
Тема 1. Предмет генетической инженерии. Функциональное назначение молекулярно-генетических конструкций	2	2		10
Тема 2. Молекулярно-генетические векторы	2	2		10
Тема 3. Методы синтеза «гена» и редактирования геномов		5		10
Тема 4. Методы сборки генетических конструкций		5		10
Тема 5. Методы внедрения генетических конструкций в живые клетки		3		10
Тема 6. Прикладное значение методов сборки генетических конструкций		3		7
<b>Всего:</b>	<b>4</b>	<b>20</b>		<b>57</b>

### **3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины**

#### **Краткое содержание курса**

##### **Тема 1. Предмет генетической инженерии. Функциональное назначение молекулярно-генетических конструкций**

Генная инженерия – одно из прикладных направлений генетических исследований для получения рекомбинантных генов, введения их в живые организмы с практическим применением в медицине, сельском хозяйстве, а также для научных исследований. Вклад В. Арбера, Д. Натанса, Х. Смита, П. Берга, У. Гилберта и Ф. Сэнгера в развитии методов генной инженерии и молекулярной биологии. Создание генетически модифицированных организмов и изучение их свойств. Белковая инженерия: основные подходы, достижения и перспективы. Законодательство, регулирующее деятельность в области генетической и белковой инженерии.

##### **Тема 2. Молекулярно-генетические векторы**

Понятие векторов и их использование в генной инженерии. Функциональное назначение молекулярно-генетических векторов (экспрессионные векторы, векторы для клонирования, векторы для трансформации). Молекулярно-генетические маркеры.

Плазмидные, космидные и фагмидные векторы.

Векторы для эукариотических клеток (дрожжи, растения, животные).

##### **Тема 3. Методы синтеза «гена» и редактирования геномов**

Редактирование нуклеотидных последовательностей: функциональных областей гена, кодирующих частей гена. Принципы редактирования. Моделирование структуры генов.

Способы получения «генов» (олигонуклеотидов с длиной более 100 п.н.)

**Тема 4. Методы сборки генетических конструкций**

Подходы к сборке молекулярно-генетических конструкций. Лигирование. ТОРО-клонирование. Рекомбинация. Система CRISPR-Cas.

**Тема 5. Методы внедрения генетических конструкций в живые клетки**

Трансформация. Трансдукция. Трансфекция.

**Тема 6. Прикладное значение методов сборки генетических конструкций**

Методы генетической инженерии для решения задач в медицине, сельском хозяйстве, животноводстве, растениеводстве.

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

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий по дисциплине, лабораторных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах подготовки к устным опросам, к докладу, контрольной работе, лабораторным работам.

*Примерные вопросы тестового задания*

**1. Ученые, впервые доказавшие, что веществом, вызывающим трансформацию бактерий, является ДНК:**

- Д. Уотсон, Ф. Крик, М. Уилкинс и Р. Франклин в 1953 г.;
- Э. Чаргафф в 1951 г.;
- О. Эвери, К. Маклеод и М. Маккарти в 1944 г.;
- Ф. Сенгер в 1977 г.

**2. Структура двойной спирали ДНК открыта:**

- Д. Уотсон, Ф. Крик, М. Уилкинс и Р. Франклин в 1953 г.;
- Э. Чаргафф в 1951 г.;
- О. Эвери, К. Маклеод и М. Маккарти в 1944 г.;
- Ф. Сенгер в 1977 г.

**3. Нуклеазы – это:**

- ферменты, осуществляющие метилирование нуклеотидов;
- ферменты, гидролизующие фосфодиэфирную связь в молекулах ДНК («разрезающие» молекулы НК);
- ферменты, синтезирующие новые полинуклеотиды, комплементарные существующей матрице ДНК или РНК;
- катализируют реакцию релаксации ДНК, введение в ДНК отрицательных и положительных супервитков.

**4. Эндонуклеаза рестрикции, образующая тупые концы в полинуклеотидах, продуктах рестрикции:**

- AluI (сайт AG<sup>^</sup>CT);
- TaqI (сайт T<sup>^</sup>CGA);
- ApaI (сайт GGGCC<sup>^</sup>C);
- EcoRI (сайт G<sup>^</sup>AATTC).

**5. Полимеразы – это:**

- ферменты, осуществляющие метилирование нуклеотидов;
- ферменты, гидролизующие фосфодиэфирную связь в молекулах ДНК («разрезающие» молекулы НК);
- ферменты, синтезирующие новые полинуклеотиды, комплементарные существующей матрице ДНК или РНК;
- катализируют реакцию релаксации ДНК, введение в ДНК отрицательных и положительных супервитков.

**6. Полимеразная цепная реакция – это:**

- метод, позволяющий значительно увеличить количество копий (концентрацию) определенного фрагмента ДНК;
- метод, непосредственно позволяющий расшифровать первичную структуру ДНК;
- метод, позволяющий проводить экстракцию геномной ДНК из биологических образцов;
- метод, при котором молекулы разделяются на основе их подвижности в геле под действием электрического поля.

**7. Метод, при котором молекулы разделяются на основе их подвижности в геле под действием электрического поля:**

- гель-электрофорез;
- спектрофотометрия;
- полимеразная цепная реакция;
- флуориметрия.

**8. Направление синтеза (элонгации) новой цепочки ДНК при участии полимеразы:**

- $3' \rightarrow 5'$ ;
- $5' \rightarrow 5'$ ;
- $5' \rightarrow 3'$ ;
- $5' \rightarrow 3'$  и  $3' \rightarrow 5'$ , в зависимости от класса используемой полимеразы.

**9. Выберите правильную последовательность этапов одного цикла ПЦР:**

- элонгация  $\rightarrow$  отжиг праймеров  $\rightarrow$  денатурация ДНК;
- отжиг праймеров  $\rightarrow$  элонгация ДНК  $\rightarrow$  денатурация ДНК;
- денатурация ДНК  $\rightarrow$  элонгация ДНК  $\rightarrow$  отжиг праймеров;
- денатурация ДНК  $\rightarrow$  отжиг праймеров  $\rightarrow$  элонгация ДНК.

**10.** Один из частых полиморфизмов – единичные нуклеотидные замены в ДНК (SNP). Каждый ребёнок рождается приблизительно с 60-ю новыми SNP, по сравнению с родительскими ДНК. Последствия конкретных SNP-полиморфизмов зависят от локализации произошедшей замены. Соотнесите ожидаемые последствия и локализацию произошедшей замены нуклеотидов:

**Ожидаемые последствия:**

- А) невозможность транскрипции;
- Б) невозможность трансляции;
- В) изменение структуры кодируемого белка.

**Локализация**

- 1) Промотор;
- 2) Открытая рамка считывания;
- 3) Старт-кодон;
- 4) Сплайс-сайт;
- 5) Стоп-кодон.


11. Последовательность ДНК **5'AGGATGCTA3'** может полностью гибридизоваться с:

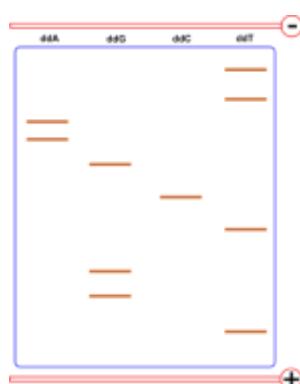
- 1) 5' AGGATGCTA 3'
- 2) 5' UGGUACGAU 3'
- 3) 5' ATCGTAGGA 3'
- 4) 5' TAGCATCCT 3'

12. Произвести расчет состава ПЦР-смеси:

	Исходная концентрация реагентов	Необходимая концентрация реагентов в ПЦР-смеси	Объем (мкл)
вода			
dNTP	2 мМ	200 мкМ	
праймер 1	50 мкМ	0,5 мкМ	
праймер 2	20 мкМ	0,5 мкМ	
буфер	10x (10-кратный)	1x (1-кратный)	
полимераза (мкл)	5 е.а. / 1 мкл	5 е.а. / 100 мкл	
матрица (мкл)			10
Объем смеси (мкл):			100

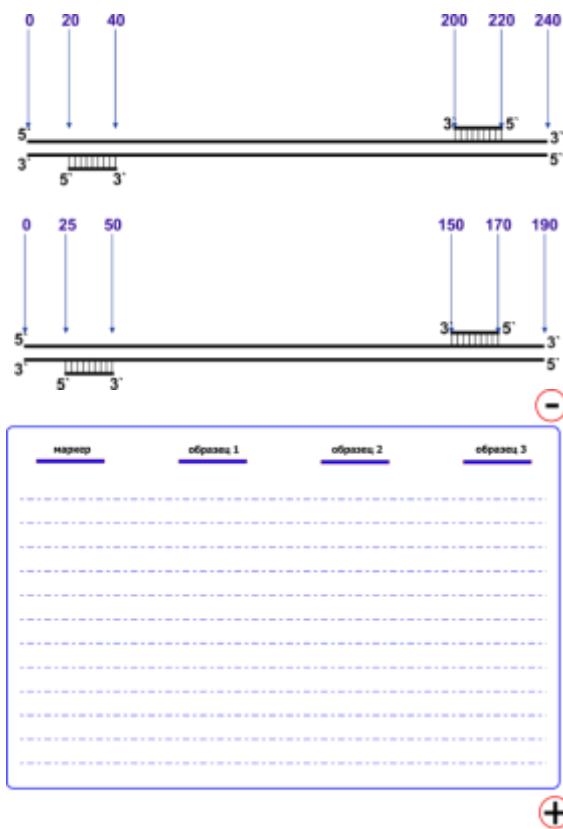
13. В результате обработки эндонуклеазами рестрикции линейного фрагмента ДНК были получены следующие фрагменты: EcoR1: 2 kb и 3 kb; HindIII: 1 kb и 4 kb; HindIII + EcoR1: 2 kb, 2 kb и 1 kb. Постройте рестрикционную карту. Сайт узнавания EcoR1 – G<sup>A</sup>AATT<sup>C</sup>, HindIII – A<sup>A</sup>GCTT (10 баллов):

14. На рисунке представлен секвенирующий гель-электрофорез. Определите последовательность матричной цепи от 5' конца к 3' концу (5 баллов):



Ответ:

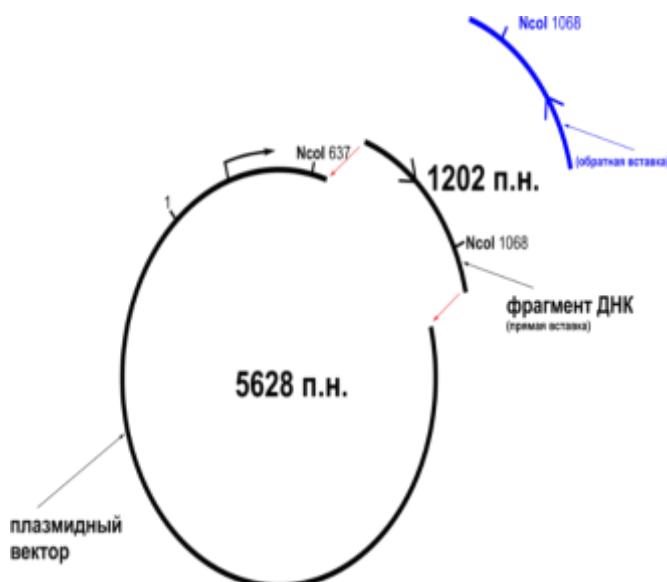
**15.** Определить длину фрагмента ДНК, ожидаемого после ПЦР по схеме, которую можно наблюдать при горизонтальном электрофорезе продуктов амплификации.



**16.** Вставка фрагмента ДНК в плазмидный вектор возможна в двух ориентациях. На рисунке изображена прямая ориентация. Для проверки (скрининга) результатов лигирования (вставки) проведен анализ фрагментов рестрикции с помощью эндонуклеазы рестрикции NcoI ( $C^N$ CATGG).

Необходимо установить, фрагменты какой длины образуются в случае:

- лигирования вектора самого на себя, без вставки;
- прямой вставки;
- обратной вставки.



**Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:**

1. Соловьев А.В. Генная инженерия. Учебно-методическое пособие – Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2017. – 69 с.

**5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**Организация и проведение аттестации магистранта**

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволяют выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

**Цель проведения аттестации** – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: групповые обсуждения, письменные задания, практические работы, рефераты с презентациями. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

№ п/п	СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ, используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	<b>Оценочные средства для текущей аттестации</b> OC-1, OC-2, OC-6 Учебная дискуссия OC-3, OC-5, OC-7, OC-8 Лабораторная работа OC-4, OC-9 Доклад с презентацией OC-10 Контрольная работа	OP-1 Выстраивает этапы работы над проектом OP-2 Определяет проблему, на решение которой направлен проект OP-3 Проектирует решение конкретных задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения OP-4 решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время OP-5 Публично представляет результаты проекта, вступает в обсуждение хода и результатов проекта.
	<b>Оценочные средства для промежуточной аттестации</b> OC-11 Экзамен в устной форме	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а также процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной

программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Методы сборки генетических конструкций».

***Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости  
обучающихся по дисциплине***

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

***Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости  
обучающихся по дисциплине***

**ОС-11 Экзамен в устной форме  
Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Генетическое картирование.
2. Рестрикционные карты.
3. Гены-ортологи. Гены-паралоги. Гены-ксенологи.
4. Секвенирование ДНК.
5. Мутации и полиморфизмы.
6. Молекулярно-генетический полиморфизм.
7. Биоинформационные базы данных.
8. Принципы генной инженерии.
9. Развитие фундаментальных генетических представлений.
10. Эволюция представлений о гене.
11. Современные представления о гене.
12. Создание генетически модифицированных организмов и изучение их свойств.
13. Белковая инженерия: основные подходы, достижения и перспективы.
14. Законодательство, регулирующее деятельность в области генетической и белковой инженерии.
15. Понятие векторов и их использование в генной инженерии.
16. Функциональное назначение молекулярно-генетических векторов (экспрессионные векторы, векторы для клонирования, векторы для трансформации).
17. Молекулярно-генетические маркеры.
18. Плазмидные, космидные и фагмидные векторы.
19. Векторы для эукариотических клеток (дрожжи, растения, животные).
20. Векторы на основе вирусных частиц. Принципы реализации направления «генная терапия».
21. Способы получения «генов» (олигонуклеотидов с длиной более 100 п.н.).
22. Методы направленного мутагенеза.
23. Система CRISPR-Cas.

***Примерные задачи:***

1. Предложить схему получения фрагментов ДНК длиной более 1000 п.н.
2. Предложить схему получения кДНК фермента эукариот для экспрессии в прокариотических системах.
3. Произвести поиск гена и ОРС по имеющейся нуклеотидной последовательности.
4. Предложить схему молекулярно-генетического вектора с обозначением основным структурных и функциональных регионов.
5. Предложить схему сборки молекулярно-генетических конструкций с помощью лигирования.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы магистрантов на лекционных и лабораторных занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

## **Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине**

*Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся*

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
<b>3 семестр</b>	Разбалловка по видам работ	2 x 1=2 баллов	10 x 1=10 баллов	224 балла	64 балла
	Суммарный макс. балл	2 балла max	12 баллов max	236 баллов max	300 баллов max

*Критерии оценивания работы обучающегося*

	<b>Баллы (3 ЗЕ)</b>
«отлично»	более 271
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«не удовлетворительно»	150 и менее

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись лекции – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу магистрантов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

### **Подготовка к лабораторным занятиям.**

При подготовке к лабораторным занятиям магистрант должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, магистранта следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит магистрантов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы магистранта может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ, собеседование с обучающимся.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

### **Подготовка к устному докладу.**

Доклады делаются по каждой теме с целью проверки теоретических знаний

обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Доклады заслушиваются в начале лабораторного занятия после изучения соответствующей темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада магистрант выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада магистрант должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить раздаточный материал или презентацию. План доклада необходимо предварительно согласовать с преподавателем.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

#### Подготовка к тесту.

При подготовке к тесту необходимо изучить теоретический материал по дисциплине. С целью оказания помощи студентам при подготовке к тесту преподавателем проводится групповая консультация с целью разъяснения наиболее сложных вопросов теоретического материала.

## Планы практических занятий

### Лабораторное занятие № 1

Тема 1. Предмет генетической инженерии. Функциональное назначение молекулярно-генетических конструкций

Примерные вопросы для обсуждения:

- Принципы генной инженерии.
- Развитие фундаментальных генетических представлений.
- Эволюция представлений о гене.
- Современные представления о гене.
- Создание генетически модифицированных организмов и изучение их свойств.
- Белковая инженерия: основные подходы, достижения и перспективы.
- Законодательство, регулирующее деятельность в области генетической и белковой инженерии.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

### Лабораторное занятие № 2

Тема 2. Молекулярно-генетические векторы

Примерные вопросы для обсуждения:

- Понятие векторов и их использование в генной инженерии.
- Функциональное назначение молекулярно-генетических векторов (экспрессионные векторы, векторы для клонирования, векторы для трансформации).
- Молекулярно-генетические маркеры.
- Плазмидные, космидные и фагмидные векторы.
- Векторы для эукариотических клеток (дрожжи, растения, животные).
- Векторы на основе вирусных частиц. Принципы реализации направления «генная терапия».

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

**Лабораторное занятие № 3**  
Лабораторная работа № 1  
Тема 2. Молекулярно-генетические векторы

Цель: Изучить структуру, особенности организации и функциональное назначение молекулярно-генетических векторов для прокариотических систем с использованием биоинформационного программного обеспечения.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

**Лабораторное занятие № 4**  
Тема 3. Методы синтеза «гена» и редактирования геномов

Примерные темы для докладов:

- Редактирование нуклеотидных последовательностей: функциональных областей гена, кодирующих частей гена.
- Способы получения «генов» (олигонуклеотидов с длиной более 100 п.н.)
- Методы направленного мутагенеза.
- Система CRISPR-Cas.
- Биоинформационные базы данных.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

**Лабораторное занятие № 5**  
Лабораторная работа № 2  
Тема 3. Методы синтеза «гена» и редактирования геномов

Цель: Произвести редактирование гена эукариот для экспрессии в прокариотической системе, составить схему синтеза гена.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

**Лабораторное занятие № 6**  
Тема 4. Методы сборки генетических конструкций

Примерные темы для обсуждения:

- Основные ферменты, использующиеся в генетической инженерии.
- Способы объединения фрагментов ДНК.
- Рекомбинация ДНК.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

## **Лабораторное занятие № 7**

### **Лабораторная работа № 3**

#### **Тема 4. Методы сборки генетических конструкций**

Цель: провести моделирование молекулярно-генетического вектора и предложить способ его получения.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

## **Лабораторное занятие № 8**

### **Лабораторная работа № 4**

#### **Тема 5. Методы внедрения генетических конструкций в живые клетки**

Цель: провести трансформацию бактериальных клеток вектором и скрининг трансформантов.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

## **Лабораторное занятие № 9**

#### **Тема 6. Прикладное значение методов сборки генетических конструкций**

Примерные темы для докладов:

- Методы генетической инженерии для получения вакцинных препаратов.
- «Генная терапия».
- Методы генетической инженерии для сельского хозяйства.
- Редактирование геномов *in vivo*.
- Методы генетической инженерии для животноводства.
- Методы генетической инженерии для пищевой промышленности.
- Методы генетической инженерии для растениеводства.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме.
2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) : учебное пособие : / Г. П. Шуваева, Т. В. Свиридова, О. С. Корнеева и др. ; науч. ред. В. Н. Калаев ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 317 с. : табл., граф., ил. ISBN 978-5-00032-239-0. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482028>

2. Наука в условиях глобализации : сборник научных трудов / под ред. А. Г. Аллахвердяна, Н. Н. Семеновой, А. Г. Аллахвердяна. - Москва : Логос, 2020. - 520 с. - ISBN 978-5-98704-370-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212460>

## **Дополнительная литература**

1. 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.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567615>
2. Жимулов, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулов ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с. – ISBN 5-379-00375-3 – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409>