

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине  
Основы молекулярной биологии и геномной инженерии  
по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Биоремедиация и мониторинг**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
Ю.А. Франк

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

ПК-3 Способен осуществлять разработку, реализацию и контроль биотехнологических и природоохранных проектов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.2 Анализирует современное состояние и тенденции развития биологических наук

ИПК-1.1 Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

ИПК-3.1 Имеет представление об основных биотехнологических процессах и природоохранных технологиях, применяемых в промышленности РФ

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- доклады;
- тестирование.

*Задание 1 – подготовка доклада с описанием схемы молекулярно-биологического или генно-инженерного эксперимента.* Подготовить доклад по плану: выбрать научную публикацию с описанием использования какого-либо метода молекулярной биологии или генной инженерии, кратко описать объект и цель исследования, использованные методы, схему эксперимента, полученные результаты. Доклад может быть подготовлен в виде текстовых материалов (1-2 страницы А4) или презентации (2-3 слайда).

*Задание 2 – составление схемы молекулярно-биологического или генно-инженерного эксперимента с любым подходящим объектом исследований.* Подготовить доклад по плану: выбрать и описать объект исследования, кратко описать цель исследования, предлагаемые методы, схему эксперимента. Результат выполнения задания может быть представлен в виде текстовых материалов (1-2 страницы А4) или презентации (2-3 слайда).

*Задание 3 - выполнение подробного разбора по теме «Разработка микроорганизмов для очистки загрязнённых почв методом биоремедиации».* Доклад должен включать следующие пункты: цель эксперимента, используемые инструменты и методики, ожидаемые результаты, возможные сложности и пути их преодоления.

Критерии оценивания:

В ходе доклада студент должен продемонстрировать уровень сформированности всех предусмотренных программой дисциплины компетенции (оценивается каждый индикатор компетенции: наличие сформированной компетенции – 1 балл, отсутствие – 0 баллов).

Оценка задания складывается из оценивания (по пятибалльной системе) следующих критериев: полнота подготовленной информации, умение держаться в рамках темы, отвечать на вопросы слушателей, наглядность презентации.

**Тестирование проводится дважды за семестр.  
Примерные варианты теста:**

ИОПК-1.2 Анализирует современное состояние и тенденции развития биологических наук

1. Что представляет из себя метод CRISPR-Cas9?
  - a) Технология редактирования белков.
  - b) Метод диагностики генетических заболеваний.
  - c) Технологическая платформа для изменения ДНК клеток организма.
  - d) Инструмент для визуализации хромосом.
2. Что означает аббревиатура Cas9?
  - a) Комплекс активации системы иммунитета.
  - b) Краткое название бактерий, участвующих в процессе.
  - c) Название фермента-нуклеазы, разрезающей ДНК.
  - d) Кодовое обозначение вируса.
3. Какой компонент CRISPR-Cas9 направляет фермент к нужному участку ДНК?
  - a) Белковая молекула гистон.
  - b) Фермент нуклеаза.
  - c) РНК-гид.
  - d) Полисахаридная цепь.
4. Чем отличается технология TALEN от технологии CRISPR-Cas9?
  - a) Более высокая точность, но сложность синтеза.
  - b) Возможность массового производства.
  - c) Более быстрое воздействие на клетки.
  - d) Отсутствие побочных эффектов.
5. Для какого процесса используют методы геномного редактирования в сельском хозяйстве?
  - a) Улучшение урожайности растений.
  - b) Увеличение устойчивости культур к болезням и стрессовым условиям среды.
  - c) Получение новых сортов культурных растений.
  - d) Все вышеперечисленное верно.

Ключи: 1 a), 2 c), 3 c), 4 a), 5 d)

ИПК-1.1 Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

ИПК-3.1 Имеет представление об основных биотехнологических процессах и природоохранных технологиях, применяемых в промышленности РФ

1. Длина амплифицируемого участка зависит от:
  - a) используемых праймеров
  - b) действия ДНК - полимеразы
  - c) марки амплификатора
  - d) температуры элонгации
  - e) ни один из вариантов ответов не является верным

2. Метод гель-электрофореза позволяет (два правильных ответа):
  - a) определить нуклеотидную последовательность
  - b) разделить фрагменты ДНК
  - c) осуществить вставку фрагмента ДНК в плазмидный вектор
  - d) увеличить количество копий ДНК
  - e) определить длину фрагмента ДНК
  
3. Для встраивания чужеродных фрагментов ДНК в вектор используют фермент:
  - a) гиараза
  - b) обратная транскриптаза
  - c) эндонуклеаза рестрикции
  - d) ДНК-полимераза
  - e) Лигаза
  - f) Хеликаза
  
4. Вставка в векторную молекулу, содержащую ген устойчивости к ампициллину, была проведена по гену lacZ. Клетки, содержащие рекомбинантный вектор:
  - a) будут расти на среде с тетрациклином
  - b) будут образовывать белые колонии
  - c) не будут расти на среде с ампициллином
  - d) будут образовывать голубые колонии
  - e) ни один из ответов не является правильным
  
5. Метод рестрикционного анализа используется для:
  - a) сравнения одинаковых по длине нуклеотидных последовательностей
  - b) получения фрагментов ДНК разной длины
  - c) определения последовательности нуклеотидов
  - d) разделения фрагментов ДНК
  - e) ни один из вариантов ответов не является верным

Ключи: 1 a), 2 b,e), 3 c,e), 4 b), 5 a)

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме тестирования по основным понятиям и терминам, пройденным в период освоения дисциплины.

---

#### **Примерные варианты теста:**

1. Методы геномного редактирования позволяют изменять бактерии таким образом, чтобы они могли разлагать загрязняющие вещества. Этот процесс (биологического разложения органического загрязняющего вещества) называют:
  - a) биоинженерия
  - b) биоремедиация
  - c) биохимический мониторинг
  - d) биопродукция

2. Применение CRISPR/Cas9 позволяет быстро адаптировать микроорганизмы для разрушения стойких органических соединений (например, полихлорированных бифенилов). Это связано с возможностью:
  - a) быстрого размножения бактерий
  - b) ускоренного метаболизма веществ внутри бактериальной клетки
  - c) точной коррекции нужных участков генома
  - d) улучшенной адаптации к экстремальным температурам
3. Один из основных способов мониторинга эффективности биоремедиационных процессов основан на анализе изменений в составе сообщества микроорганизмов. Такие анализы проводятся с помощью:
  - a) спектроскопии ультрафиолетового диапазона
  - b) анализа популяций микрофауны почвы
  - c) метагеномного секвенирования
  - d) термографии почвы
4. Что представляет из себя метод CRISPR-Cas9?
  - a) Технология редактирования белков.
  - b) Метод диагностики генетических заболеваний.
  - c) Технологическая платформа для изменения ДНК клеток организма.
  - d) Инструмент для визуализации хромосом.
5. Что означает аббревиатура Cas9?
  - a) Комплекс активации системы иммунитета.
  - b) Краткое название бактерий, участвующих в процессе.
  - c) Название фермента-нуклеазы, разрезающей ДНК.
  - d) Кодовое обозначение вируса.
6. Какой компонент CRISPR-Cas9 направляет фермент к нужному участку ДНК?
  - a) Белковая молекула гистон.
  - b) Фермент нуклеаза.
  - c) РНК-гид.
  - d) Полисахаридная цепь.
7. Чем отличается технология TALEN от технологии CRISPR-Cas9?
  - a) Более высокая точность, но сложность синтеза.
  - b) Возможность массового производства.
  - c) Более быстрое воздействие на клетки.
  - d) Отсутствие побочных эффектов.
8. Для какого процесса используют методы геномного редактирования в сельском хозяйстве?
  - a) Улучшение урожайности растений.
  - b) Увеличение устойчивости культур к болезням и стрессовым условиям среды.
  - c) Получение новых сортов культурных растений.
  - d) Все вышеперечисленное верно.
9. Длина амплифицируемого участка зависит от:
  - f) используемых праймеров
  - g) действия ДНК - полимеразы
  - h) марки амплификатора
  - i) температуры элонгации

j) ни один из вариантов ответов не является верным

10. Метод гель-электрофореза позволяет (два правильных ответа):

- f) определить нуклеотидную последовательность
- g) разделить фрагменты ДНК
- h) осуществить вставку фрагмента ДНК в плазмидный вектор
- i) увеличить количество копий ДНК
- j) определить длину фрагмента ДНК

11. Для встраивания чужеродных фрагментов ДНК в вектор используют фермент:

- g) гираза
- h) обратная транскриптаза
- i) эндонуклеаза рестрикции
- j) ДНК-полимераза
- k) Лигаза
- l) Хеликаза

12. Вставка в векторную молекулу, содержащую ген устойчивости к ампициллину, была проведена по гену lacZ. Клетки, содержащие рекомбинантный вектор:

- f) будут расти на среде с тетрациклином
- g) будут образовывать белые колонии
- h) не будут расти на среде с ампициллином
- i) будут образовывать голубые колонии
- j) ни один из ответов не является правильным

13. Метод рестрикционного анализа используется для:

- f) сравнения одинаковых по длине нуклеотидных последовательностей
- g) получения фрагментов ДНК разной длины
- h) определения последовательности нуклеотидов
- i) разделения фрагментов ДНК
- j) ни один из вариантов ответов не является верным

Ключи: 1 b), 2 c), 3 c), 4 a), 5 c), 6 c), 7 a), 8 d), 9 a), 10 b,e), 11 c,e), 12 b), 13 a)

Таблица 1. Шкала сформированности компетенций

Шкала сформированности компетенций		Шкалы оценки результатов промежуточной аттестации
Уровень сформированности компетенции	Компетенции ОПК-1; ПК-1; ПК-3	Оценка на зачете
<b>Высокий</b> Эталонный (планируемый) результат достигнут полностью	В полной мере, точно, правильно, знает <ul style="list-style-type: none"><li>• теоретические основы современных молекулярно-биологических методов и подходов генной инженерии;</li><li>• технологии получения генетически модифицированных организмов, включая основные этапы выделения и клонирования отдельных генов, способы редактирования геномов;</li></ul>	зачтено

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Умеет подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования;</li> <li>• Имеет представление об использовании методов молекулярной биологии и генной инженерии в биомониторинге и технологиях биоремедиации</li> </ul>	
<b>Средний</b> Результат обучения в основном достигнут, проявляется в большинстве случаев	Допускаются незначительные ошибки. В большинстве случаев <i>различает молекулярно-биологические методы, выделяет их отличительные особенности, способен запланировать эксперимент, подобрать подходящие методы исследования и грамотно интерпретировать результаты генно-инженерного эксперимента, знает современные методы биомониторинга водоемов; знает примеры использования генно-инженерных микроорганизмов в биоремедиации.</i>	
<b>Низкий</b> Минимальный приемлемый уровень сформированности результата	Допускаются ошибки. В основном <i>различает молекулярно-биологические методы, выделяет их отличительные особенности, имеет представление о структуре и методах генно-инженерного эксперимента, имеет представление о современных методах биомониторинга водоемов.</i>	
<b>Компетенция не сформирована</b> Соответствующий результат обучения не достигнут	Не понимает <i>различий в молекулярно-биологических методах, не выделяет их отличительные особенности.</i> Не может <i>составить план эксперимента, не способен подобрать подходящие методы исследования и грамотно интерпретировать результаты генно-инженерного эксперимента.</i> Не может <i>перечислить современные методы биомониторинга водоемов; не может привести примеры использования генно-инженерных микроорганизмов в биоремедиации.</i>	не зачтено

Формирование каждого индикатора компетенции оценивается следующим образом:

Таблица 2. Процедура оценки индикаторов компетенции

Компетенция	Индикатор компетенции	Формат оценки	Процедура оценки
ОПК-1	ИОПК-1.2.	Тестирование	Полностью правильный ответ на вопрос оценивается в 2 балла. Частично правильный ответ на вопрос (выбраны не все правильные варианты, выбраны, кроме правильных, неверные варианты) оценивается в 1 балл. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.

<b>ПК-1</b>	<b>ИПК-1.1.</b>	Тестирование	Полностью правильный ответ на вопрос оценивается в 2 балла. Частично правильный ответ на вопрос (выбраны не все правильные варианты, выбраны, кроме правильных, неверные варианты) оценивается в 1 балл. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
<b>ПК-3</b>	<b>ИПК-3.1.</b>	Доклад	Оценка складывается из оценок за части доклада: описание объекта и цели исследования, методов, схемы эксперимента, то, как сделан сам доклад. Учитывается полнота подготовленной информации, наглядность презентации. Оценка за каждую часть составляет 2 балла. В общей сложности максимальная оценка за доклад – 10 баллов.

*В процессе освоения дисциплины студент может заработать максимум 60 баллов. Максимальная оценка за итоговое тестирование 40 баллов.*

Таблица 2. Перевод баллов в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка	Числовой эквивалент
88-100	Отлично	5
74-87	Хорошо	4
61-73	Удовлетворительно	3
0-60	Неудовлетворительно	2
61-100	Зачтено	

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

ИОПК-1.2 Анализирует современное состояние и тенденции развития биологических наук

6. Что представляет из себя метод CRISPR-Cas9?
  - a) Технология редактирования белков.
  - b) Метод диагностики генетических заболеваний.
  - c) Технологическая платформа для изменения ДНК клеток организма.
  - d) Инструмент для визуализации хромосом.
  
7. Что означает аббревиатура Cas9?
  - a) Комплекс активации системы иммунитета.
  - b) Краткое название бактерий, участвующих в процессе.
  - c) Название фермента-нуклеазы, разрезающей ДНК.
  - d) Кодовое обозначение вируса.

8. Какой компонент CRISPR-Cas9 направляет фермент к нужному участку ДНК?
  - a) Белковая молекула гистон.
  - b) Фермент нуклеаза.
  - c) РНК-гид.
  - d) Полисахаридная цепь.
  
9. Чем отличается технология TALEN от технологии CRISPR-Cas9?
  - a) Более высокая точность, но сложность синтеза.
  - b) Возможность массового производства.
  - c) Более быстрое воздействие на клетки.
  - d) Отсутствие побочных эффектов.
  
10. Для какого процесса используют методы геномного редактирования в сельском хозяйстве?
  - a) Улучшение урожайности растений.
  - b) Увеличение устойчивости культур к болезням и стрессовым условиям среды.
  - c) Получение новых сортов культурных растений.
  - d) Все вышеперечисленное верно.

Ключи: 1 a), 2 c), 3 c), 4 a), 5 d)

ИПК-1.1 Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

ИПК-3.1 Имеет представление об основных биотехнологических процессах и природоохранных технологиях, применяемых в промышленности РФ

6. Длина амплифицируемого участка зависит от:
  - k) используемых праймеров
  - l) действия ДНК - полимеразы
  - m) марки амплификатора
  - n) температуры элонгации
  - o) ни один из вариантов ответов не является верным
  
7. Метод гель-электрофореза позволяет (два правильных ответа):
  - k) определить нуклеотидную последовательность
  - l) разделить фрагменты ДНК
  - m) осуществить вставку фрагмента ДНК в плазмидный вектор
  - n) увеличить количество копий ДНК
  - o) определить длину фрагмента ДНК
  
8. Для встраивания чужеродных фрагментов ДНК в вектор используют фермент:
  - m) гиараза
  - n) обратная транскриптаза
  - o) эндонуклеаза рестрикции
  - p) ДНК-полимераза
  - q) Лигаза
  - r) Хеликаза
  
9. Вставка в векторную молекулу, содержащую ген устойчивости к ампициллину, была проведена по гену lacZ. Клетки, содержащие рекомбинантный вектор:
  - k) будут расти на среде с тетрациклином

- l) будут образовывать белые колонии
- m) не будут расти на среде с ампициллином
- n) будут образовывать голубые колонии
- o) ни один из ответов не является правильным

10. Метод рестрикционного анализа используется для:

- k) сравнения одинаковых по длине нуклеотидных последовательностей
- l) получения фрагментов ДНК разной длины
- m) определения последовательности нуклеотидов
- n) разделения фрагментов ДНК
- o) ни один из вариантов ответов не является верным

Ключи: 1 а), 2 b,e), 3 с,e), 4 b), 5 а)

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

### **Информация о разработчиках**

Герасимчук Анна Леонидовна, к.б.н., доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Ссылка на курс в электронной среде обучения ТГУ «iDO»:  
<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=32047>