



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФГБОУ ВО «ИГУ»**

**Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики**



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:

**Б1.В.08 «Белковая инженерия»**

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация: Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК биологического-почвенного  
факультета

Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.

Председатель Матвеев А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической  
биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой Саловарова В.П. Саловарова

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан для учебной дисциплины Б1.В.08 «Белковая инженерия» 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика». Фонд оценочных материалов (ФОМ) включает оценочные материалы для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации в форме зачета.

Оценочные материалы соотнесены с требуемыми результатами освоения образовательной программы 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», в соответствии с содержанием рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.08 «Белковая инженерия» с учетом ОПОП.

Нормативные документы, регламентирующие разработку ФОМ:

- статья 2, часть 9 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», ФЗ-273, от 29.12.2012 г.;

- ФГОС ВО по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 12 августа 2020 г. № 973.

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (3 курс, 6 семестр)

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов, а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам.

Компетенции	Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки
ПК- 1 Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам	ПК-1.1 Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности.	Знать: фундаментальный и практический аспекты генной и белковой инженерии как науки; основные методы и подходы при получении новых конструкций и продуктов;	<b>Текущий контроль:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>контроль самостоятельной работы (устный опрос)</li><li>устный доклад с презентацией;</li></ul> <b>Промежуточная аттестация:</b> зачет
	ПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной	Уметь: пользоваться современными базами биологических данных, предлагать свои решения конкретных научных и практически значимых задач белковой инженерии;	

	деятельности.	
	<p>ПК-1.3</p> <p>Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Владеть: навыками проектирования молекулярно-генетических конструкций и продуктов белковой инженерии.</p>

## 2. Оценочные материалы для проведения текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Белковая инженерия» используются следующие формы текущего контроля:

- контроль работы на семинарских занятиях (устный опрос)
- контроль самостоятельной работы (устный доклад с презентацией).

### 2.1 Вопросы для подготовки к семинарам

1. Каковы предпосылки появления белковой инженерии?
2. Какие задачи может решать белковая инженерия?
3. Какие направления белковой инженерии Вы знаете?
4. Что такое направленная молекулярная эволюция белков?
5. Как белковая инженерия связана с другими разделами биологической науки?
6. Какие уровни структурной организации имеют белковые молекулы?
7. Опишите структуру и особенности пептидной связи. Какую подвижность имеет пептидная цепь?
8. В чем заключены особенности организации регулярных вторичных структур? Какую роль выполняют вторичные структуры в формировании доменов?
9. Какую классификацию имеют пространственные структуры белков?
10. Что такое фолдинг? В чем суть шаперон-зависимого и про-зависимого фолдинга?
11. Какие свойства белков можно изменять с помощью белковой инженерии?
12. Какие генно-инженерные методы используются в белковой инженерии?
13. Какие ферменты, используемые в белковой инженерии, Вы знаете?
14. Когда была открыта ПЦР и какие ферменты используются?
15. В каком виде можно экспрессировать целевые белки?
16. Какие системы экспрессии Вы знаете?
17. В чем преимущества и недостатки бактериальной системы экспрессии в E.coli?
18. Что такое бесклеточная система экспрессии?
19. Для чего в бесклеточную систему экспрессии добавляют клеточный экстракт?
20. Можно ли создать "чистую" бесклеточную систему, содержащую только изолированные и очищенные компоненты белок-синтезирующей машины?
21. Какими свойствами должна обладать эффективная система экспрессии с точки зрения белкового инженера?
22. Означает ли получение полипептидного продукта с правильной первичной структурой решению задачи создания эффективной системы экспрессии?
23. В чем особенности нейротоксина II как объекта для препаративной гетерологичной экспрессии? Как можно изменить специфичность взаимодействия нейротоксина с рецептором?

24. Какой из физико-химических методов исследования белковых молекул способен предоставить наибольшую информацию о молекуле белка в растворе?
25. В каких случаях необходимо ренатурировать рекомбинантные белки? Какие основные этапы включает процесс ренатурации рекомбинантного белка? Почему нужно использовать сильные денатурирующие агенты?
26. Зачем нужно конструировать искусственные белки? Опишите последовательность действий белкового инженера при конструировании искусственного белка с заданной пространственной структурой.
27. Как минимизировать число возможных топологий искусственного белка?
28. Каким образом можно ввести в искусственный белок биологическую активность?

### **Критерии оценивания работы студентов на семинарах**

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
Студент активно работает на семинаре, дает правильные, полные, развернутые ответы. Для подготовки, кроме конспекта лекций и рекомендуемой литературы, использует дополнительные материалы.	ПК-1	отлично
Студент активно работает на семинаре, дает достаточно полные ответы, демонстрируя хорошую подготовку, однако при этом допускает небольшие неточности.		хорошо
Студент отвечает на вопросы, допуская ошибки и неточности.		удовлетворительно
Студент дает неверные ответы, показывая очень слабую подготовку.		неудовлетворительно

### **2.2. Устный доклад с презентацией**

**Устный доклад с презентацией** – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.).

Презентации – способ представления информации, сочетающий в себе текст, гипертекстовые ссылки, компьютерную анимацию, графики, видео, музыку и звуковой ряд, которые организованы в единую среду. Презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является её интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

Презентация всегда состоит из двух основных компонентов: информации, которую выступающий хочет донести до аудитории, и манеры изложения. Написанный на бумаге текст помогает более четко и последовательно изложить материал. Презентации обычно делают в PowerPoint, в Impress, либо в Acrobat. Желательно придерживаться принципа: один слайд – одна мысль. Титульный слайд должен содержать название презентации, её автора, контактную информацию автора. На втором слайде обычно представлен план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены. Остальные слайды нужно строить по модели: тезис – аргументы – вывод. Выводы всегда должно быть даны ясно и лаконично на отдельном слайде. Предпоследний слайд должен содержать информацию об использованных источниках литературы, интернет-ресурсах. Последний слайд может повторять титульный с добавлением фразы «Спасибо за внимание!»

На слайды должны попасть только самые важные тезисы и данные, а также графический материал: диаграммы, рисунки, фотографии. Страйтесь делать слайды на однородном светлом фоне

с более контрастным текстом. Ключевые слова в предложении лучше выделять жирным шрифтом или цветом. Текст пишите крупно, плотно набранный текст сложнее воспринимается.

По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

### *Перечень тем докладов*

1. Возможности современной белковой инженерии.
2. Классификация белков по их структуре и проблемы эволюции.
3. Библиотеки искусственных белков.
4. Применение теоретических моделей белков.
5. Получение и свойства искусственного белка альбебетина.
6. Получение и свойства искусственного белка альбеберона - альбебетина с фрагментом интерферона на N-конце.
7. Современные представления о фолдинге белков *in vitro*.
8. Моделирование расположения боковых цепей. Моделирование на основе гомологии.
9. Белковая инженерия антител.
10. Достижения белковой инженерии: гибридные токсины.
11. Получение рекомбинантных белков в бактериальных клетках.
12. Аналитические методы анализа рекомбинантных белков.
13. Трансдуцирующие пептиды, их применение.
14. Белковый сплайсинг (механизм, использование для получения рекомбинантных белков).
15. Принципы NGS третьего поколения (Helicos, SMRT, Oxford Nanopore).
16. Система CRISPR/Cas: происхождение, принципы работы, использование на практике.
17. Рибосомный дисплей.
18. Библиотеки искусственных белков.
19. Виды и способы получения белковых микрочипов

### **Критерии оценивания устного доклада**

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
Тема раскрыта полностью, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.	ПК-1	отлично
Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.		хорошо
Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.		удовлетворительно
Тема доклада не раскрыта, скучный объем приведенных материалов; презентация отсутствует.		неудовлетворительно

При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.		
---	--	--

### 3. Оценочные материалы, используемые при проведении промежуточной аттестации (зачет)

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета (6 семестр), к которому допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу. Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности. Зачёт проводится в форме тестирования

#### 3.1 Тестирование Вариант 1

Индикатор компетенции	Задание на соответствие				Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа																								
<b>ПК-1.1</b> Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности.	<p>1. Прочтите текст задания и установите соответствие между элементами и их ролью в организме:</p> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <p>Соотнесите понятия и определения:</p> <table border="1"> <tr> <td>1.</td> <td>Вектор</td> <td>A</td> <td>) Процесс приобретения белком своей функциональной пространственной структуры</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Фолдинг белка</td> <td>B</td> <td>Молекула нукleinовой кислоты, переносимая в клетку для экспрессии гена</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Клонирование</td> <td>C</td> <td>Получение генетически идентичных копий ДНК или клеток</td> </tr> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>A</td> <td>C</td> </tr> </table>	1.	Вектор	A	) Процесс приобретения белком своей функциональной пространственной структуры	2.	Фолдинг белка	B	Молекула нукleinовой кислоты, переносимая в клетку для экспрессии гена	3.	Клонирование	C	Получение генетически идентичных копий ДНК или клеток	1	2	3				1	2	3	B	A	C	<p>2. Прочтите текст задания и в расположите уровни структурной организации белка в правильной последовательности:</p> <p>A) Вторичная структура B) Первичная структура C) Третичная структура D) Четвертичная структура</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильная последовательность</b> B → A → C → D</p>				<p>3. Прочтайте текст задания, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>4. Прочтайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ</p> <p>Что такое фолдинг белка и почему он важен?</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Эталонный ответ:</b> Фолдинг белка — это процесс формирования из линейной полипептидной цепи специфической трёхмерной структуры, которая необходима для биологической активности белка.</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Обоснование выбора ответа:</b> Ключ: Ответ: 4. <b>Обоснование выбора:</b> Вектор должен переносить вставку, а не обязательно кодировать белок.</p>	<p>Что такое фолдинг белка и почему он важен?</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Эталонный ответ:</b> Фолдинг белка — это процесс формирования из линейной полипептидной цепи специфической трёхмерной структуры, которая необходима для биологической активности белка.</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Обоснование выбора ответа:</b> Ключ: Ответ: 4. <b>Обоснование выбора:</b> Вектор должен переносить вставку, а не обязательно кодировать белок.</p>
1.	Вектор	A	) Процесс приобретения белком своей функциональной пространственной структуры																												
2.	Фолдинг белка	B	Молекула нукleinовой кислоты, переносимая в клетку для экспрессии гена																												
3.	Клонирование	C	Получение генетически идентичных копий ДНК или клеток																												
1	2	3																													
1	2	3																													
B	A	C																													

Индикатор компетенции	Задание на соответствие	Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа																																				
<b>ПК-1.2</b> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.	<p>5. Прочитайте текст задания и установите соответствие между элементами и их ролью в организме:</p> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <p>Соотнесите ферменты и их функции в генетической инженерии:</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Рестриктаза</td> <td>A</td> <td>A) Сшивание фрагментов ДНК</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ДНК-лигаза</td> <td>B</td> <td>Разрезание ДНК в определённых местах</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Полинуклеотидкиназа (PNK)</td> <td>C</td> <td>Добавление фосфатной группы на 5'-конец</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Нуклеаза S1</td> <td>D</td> <td>Разрушение однепочечной ДНК</td> </tr> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>A</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> </table>	1	Рестриктаза	A	A) Сшивание фрагментов ДНК	2	ДНК-лигаза	B	Разрезание ДНК в определённых местах	3	Полинуклеотидкиназа (PNK)	C	Добавление фосфатной группы на 5'-конец	4	Нуклеаза S1	D	Разрушение однепочечной ДНК	1	2	3	4					1	2	3	4	B	A	C	D	<p>6. Прочитайте текст задания и установите правильную последовательность этапов ПЦР:</p> <p>A) Денатурация B) Отжиг C) Элонгация D) Анализ продукта</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильная последовательность</b></p> <p>A → B → C → D</p>					<p>7. Прочитайте текст задания, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Какой тип ПЦР используют для количественного измерения уровня экспрессии гена?</p> <p>1. RT-PCR (полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией, или ОТ-ПЦР) 2. Ассиметрическая ПЦР 3. Nested ПЦР «вложенная ПЦР» — двухстадийная вариация ПЦР 4. Digital droplet ПЦР (Цифровая капельная ПЦР)</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Обоснование выбора ответа:</b> <b>Ключ:</b> <b>Ответ:</b> 1 <b>Обоснование выбора:</b> RT-PCR позволяет количественно оценить количество транскриптов РНК, отражающих уровень экспрессии гена.</p>	<p>8. Прочитайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ</p> <p>Объясните принцип метода Gibson assembly в сборке фрагментов ДНК.</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Эталонный ответ:</b> Метод Gibson Assembly использует три фермента (экзонуклеазу, полимеразу и лигазу) для одновременной сборки нескольких перекрывающихся фрагментов ДНК в одну кольцевую молекулу в одной пробирке, что позволяет создать сложную ДНК-конструкцию без использования рестрикционных сайтов.</p>
1	Рестриктаза	A	A) Сшивание фрагментов ДНК																																					
2	ДНК-лигаза	B	Разрезание ДНК в определённых местах																																					
3	Полинуклеотидкиназа (PNK)	C	Добавление фосфатной группы на 5'-конец																																					
4	Нуклеаза S1	D	Разрушение однепочечной ДНК																																					
1	2	3	4																																					
1	2	3	4																																					
B	A	C	D																																					

Индикатор компетенции	Задание на соответствие	Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа																																				
<b>ПК-1.3</b> Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности.	<p><b>9.</b> Прочтите текст задания и установите соответствие между элементами и их ролью в организме:</p> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <table border="1"> <tr> <td>1.</td> <td>Направленная эволюция</td> <td>A</td> <td>Создание библиотеки мутантов с последующим отбором улучшенных вариантов</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Рациональный дизайн</td> <td>B</td> <td>Использование структурной информации для целенаправленного изменения аминокислот</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Сайт-направленный мутагенез</td> <td>C</td> <td>Внесение специфических замен в выбранные участки гена</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>DNA shuffling (метод искусственной эволюции, который включает создание новых мутаций и рекомбинацию)</td> <td>D</td> <td>Рекомбинация участков ДНК разных вариантов для комбинации полезных мутаций</td> </tr> </table> <p><b>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> </table>	1.	Направленная эволюция	A	Создание библиотеки мутантов с последующим отбором улучшенных вариантов	2.	Рациональный дизайн	B	Использование структурной информации для целенаправленного изменения аминокислот	3.	Сайт-направленный мутагенез	C	Внесение специфических замен в выбранные участки гена	4.	DNA shuffling (метод искусственной эволюции, который включает создание новых мутаций и рекомбинацию)	D	Рекомбинация участков ДНК разных вариантов для комбинации полезных мутаций	1	2	3	4					1	2	3	4	A	B	C	D	<p><b>10.</b> Прочтите текст задания и установите последовательность этапов рационального дизайна белков:</p> <p>A) Анализ структурной модели B) Выбор аминокислот для замены C) Внедрение мутаций D) Оценка свойств мутанта</p> <p><b>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</b></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильная последовательность</b> A → B → C → D</p>					<p><b>11.</b> Прочтите текст задания, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Какой из методов позволяет создавать новые белки <i>de novo</i>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сайт-направленный мутагенез</li> <li>2. Моделирование на основе гомологии</li> <li>3. Полурациональный дизайн</li> <li>4. Полностью теоретический дизайн белка</li> </ol> <p><b>Ответ:</b> <b>Обоснование выбора ответа:</b> <b>Ключ:</b> <b>Ответ:</b> 4 <b>Обоснование выбора:</b> De novo дизайн не опирается на существующие структуры, а строит белки с нуля, используя вычислительные методы.</p>	<p><b>12.</b> Прочтите текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ</p> <p>Опишите основные подходы белковой инженерии и их значимость для биотехнологий.</p> <p><b>Ответ:</b> <b>Эталонный ответ:</b> Основные подходы включают направленную эволюцию, рациональный и полурациональный дизайн. Направленная эволюция позволяет накапливать полезные случайные мутации, рациональный дизайн использует структурную информацию для точечных изменений, а применение этих методов позволяет создавать белки с заданными свойствами для медицины, промышленности и науки.</p>
1.	Направленная эволюция	A	Создание библиотеки мутантов с последующим отбором улучшенных вариантов																																					
2.	Рациональный дизайн	B	Использование структурной информации для целенаправленного изменения аминокислот																																					
3.	Сайт-направленный мутагенез	C	Внесение специфических замен в выбранные участки гена																																					
4.	DNA shuffling (метод искусственной эволюции, который включает создание новых мутаций и рекомбинацию)	D	Рекомбинация участков ДНК разных вариантов для комбинации полезных мутаций																																					
1	2	3	4																																					
1	2	3	4																																					
A	B	C	D																																					

### Вариант 2

Индикатор компетенции	Задание на соответствие	Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа
<b>ПК-1.1</b> Знает актуальные проблемы,	<b>1.</b> Прочтайте текст задания и установите соответствие между элементами и их ролью в организме:	<b>2.</b> Прочтайте текст задания и расположите стадии	<b>3.</b> Прочтайте текст задания, выберите правильный вариант ответа и запишите	<b>4.</b> Прочтайте текст задания и запишите развернутый,

Индикатор компетенции	Задание на соответствие	Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа																																				
основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности.	<p><i>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</i></p> <p>Соотнесите виды структур белков с их характеристиками:</p> <table border="1"> <tr> <td>1.</td> <td>Первичная структура</td> <td>A</td> <td>Простая линейная последовательность аминокислот</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Вторичная структура</td> <td>B</td> <td>Спирали или складки, образованные водородными связями</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Третичная структура</td> <td>C</td> <td>Пространственная организация всей полипептидной цепи</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Четвертичная структура</td> <td>D</td> <td>Комплекс из нескольких полипептидных цепей</td> </tr> </table> <p><i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><i>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</i></p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> </table>	1.	Первичная структура	A	Простая линейная последовательность аминокислот	2.	Вторичная структура	B	Спирали или складки, образованные водородными связями	3.	Третичная структура	C	Пространственная организация всей полипептидной цепи	4.	Четвертичная структура	D	Комплекс из нескольких полипептидных цепей					1	2	3	4					1	2	3	4	A	B	C	D	<p>клонирования в бактериальных клетках:</p> <p>A) Введение векторного конструкта в клетки</p> <p>B) Подготовка ДНК-вставки</p> <p>C) Отбор трансформантов</p> <p>D) Репликация вектора с вставкой</p> <p><i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <p><b>Правильная последовательность</b></p> <p><b>B → A → D → C</b></p>	<p><i>аргументы, обосновывающие выбор ответа.</i></p> <p>Какой из методов отбора трансформантов является наиболее распространённым?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Антибиотикорезистентность</li> <li>2. Цветная дифференциация колоний</li> <li>3. Авторадиография</li> <li>4. Селективное питание</li> </ol> <p><b>Ответ:</b></p> <p><b>Обоснование выбора ответа:</b></p> <p><b>Ключ:</b></p> <p><b>Ответ: 1</b></p> <p><b>Обоснование выбора:</b></p> <p>Использование маркеров антибиотикорезистентности позволяет быстро и эффективно отбирать клетки с плазмидой.</p>	<p><i>обоснованный ответ</i></p> <p>Что такое вектор в генетической инженерии и какие основные свойства он должен иметь?</p> <p><b>Ответ:</b></p> <p><b>Эталонный ответ:</b></p> <p>Вектор — это молекула ДНК, предназначенная для переноса генетического материала в клетку.</p> <p>Основные свойства:</p> <p>способность к автономной репликации, наличие селективного маркера, возможность вставки чужеродного фрагмента ДНК, стабильность и минимальная токсичность для клетки-хозяина.</p>
1.	Первичная структура	A	Простая линейная последовательность аминокислот																																					
2.	Вторичная структура	B	Спирали или складки, образованные водородными связями																																					
3.	Третичная структура	C	Пространственная организация всей полипептидной цепи																																					
4.	Четвертичная структура	D	Комплекс из нескольких полипептидных цепей																																					
1	2	3	4																																					
1	2	3	4																																					
A	B	C	D																																					
<b>ПК-1.2</b> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональ	<p><b>5. Прочтите текст задания и установите соответствие между элементами и их ролью в организме:</b></p> <p><i>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</i></p> <p>Соотнесите ферменты и их роль в методах генетической инженерии:</p> <table border="1"> <tr> <td>1.</td> <td>5'-экзонуклеаза</td> <td>A</td> <td>Удаление 5'-фосфатов для предотвращения рециркуляции вектора</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Щелочная фосфатаза (CIAP)</td> <td>B</td> <td>Укорачивание одноцепочечной ДНК при Gibson assembly (сборка по Гибсону)</td> </tr> </table>	1.	5'-экзонуклеаза	A	Удаление 5'-фосфатов для предотвращения рециркуляции вектора	2.	Щелочная фосфатаза (CIAP)	B	Укорачивание одноцепочечной ДНК при Gibson assembly (сборка по Гибсону)	<p><b>6. Прочтайте текст задания и расположите этапы RT-PCR:</b></p> <p>A) Обратная транскрипция РНК</p> <p>B) Денатурация ДНК</p> <p>C) Аннелирование праймеров</p> <p>D) Элонгация цепи</p> <p><i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</i></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					<p><b>7. Прочтайте текст задания, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</b></p> <p>Какой специфический вид ПЦР используется для повышения чувствительности и достоверности амплификации?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обычная ПЦР</li> <li>2. Вложенная (nested) ПЦР</li> <li>3. Асимметричная ПЦР</li> <li>4. RT-PCR (полимеразная цепная</li> </ol> <p><b>Правильная</b></p>	<p><b>8. Прочтайте текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ</b></p> <p>Объясните, как метод Gibson assembly облегчает сборку сложных конструкций ДНК?</p> <p><b>Ответ:</b></p> <p><b>Эталонный ответ:</b></p> <p>Метод Gibson assembly</p>																								
1.	5'-экзонуклеаза	A	Удаление 5'-фосфатов для предотвращения рециркуляции вектора																																					
2.	Щелочная фосфатаза (CIAP)	B	Укорачивание одноцепочечной ДНК при Gibson assembly (сборка по Гибсону)																																					

Индикатор компетенции	Задание на соответствие				Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа
ной деятельности.	3. ДНК-полимераза I (фрагмент Клёнова)	C	Заполнение одноцепочечных участков ДНК	последовательность A → B → C → D	реакция с обратной транскрипцией) <b>Ответ:</b> <b>Обоснование выбора ответа:</b> Ключ: Ответ: 2. <b>Обоснование выбора:</b> Она использует две пары праймеров для снижения неспецифического амплифицированного продукта.	(сборка по Гибсону) объединяет несколько фрагментов ДНК в один длинный фрагмент за одну реакцию. Используются энзимы, удаляющие нуклеотиды с 5'-концов, создавая комплементарные выступающие концы, которые заполняются и сшиваются, что исключает необходимость рестриктаз и упрощает клонирование сложных конструкций.	
	4. ДНК-лигаза	D	Сшивание ДНК-фрагментов				
	Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:						
	1	2	3	4			
	Правильный ответ						
	1	2	3	4			
	B	A	C	D			
ПК-1.3 Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности.	9. Прочтите текст задания и установите соответствие между элементами и их ролью в организме: К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:				10. Прочтите текст задания и расположите последовательность этапов рационального дизайна белка: A) Анализ структуры и функции B) Подбор аминокислот для изменений C) Генетическая модификация D) Функциональное тестирование Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:	11. Прочтите текст задания, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какой метод белковой инженерии лучше всего подходит для создания химерных белков? 1. Направленная эволюция 2. Полурациональный дизайн 3. Конструирование de novo 4. Дизайн полноразмерных глобул	12. Прочтите текст задания и запишите развернутый, обоснованный ответ Опишите основные стратегии белковой инженерии и их прикладное значение. <b>Ответ:</b> <b>Эталонный ответ:</b> Основные стратегии включают направленную эволюцию — методом случайного мутагенеза и отбора улучшаются
	1.	Случайный мутагенез	A	Использование гомологичных структур для предсказания модели	A → B → C → D	<b>Обоснование выбора ответа:</b> Ключ: Ответ: 4 <b>Обоснование выбора:</b>	
	2.	Моделирование на основе гомологии	B	Внесение случайных мутаций для поиска новых функций			
	3.	DNA shuffling (метод искусственной эволюции)	C	Рекомбинация геномных фрагментов для создания библиотек			
	4.	ПЦР с модифицированными праймерами	D	Введение точечных мутаций через изменённые праймеры			
	Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:						
	1	2	3	4			
	Правильная последовательность						
					A → B → C → D		

Индикатор компетенции	Задание на соответствие	Задание на последовательность	Задание с выбором и аргументацией	Задание открытого типа								
	<p>Правильный ответ</p> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>B</td><td>A</td><td>C</td><td>D</td></tr> </table>	1	2	3	4	B	A	C	D		<p>Этот метод позволяет создавать гибридные белки с новыми функциональными свойствами на основе объединения доменов.</p>	<p>свойства белка; рациональный дизайн — целенаправленное изменение аминокислот на основе структуры; и полурациональный дизайн — сочетание подходов. Эти методы позволяют создавать белки с новыми или улучшенными функциями для медицины, производства ферментов, биотехнологии.</p>
1	2	3	4									
B	A	C	D									

### Критерии оценки результатов тестирования

№	Тип задания	Критерии оценки	Результат оценивания
1	Задание закрытого типа на установление соответствие	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указана цифра (буква) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указаны цифры (буквы) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Считается верным, если ответ совпадает с эталонным ответом по содержанию и полноте	Полное соответствие эталонному ответу – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов

Процент результативности	Оцениваемые компетенции	Оценка	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
91 % - 100 %	ПК-1	5	отлично
71 % - 90 %		4	хорошо
51 % - 70 %		3	удовлетворительно
0 % - 50 %		2	неудовлетворительно

Разработчик:

доцент Юринова Г.В.  
(подпись)