



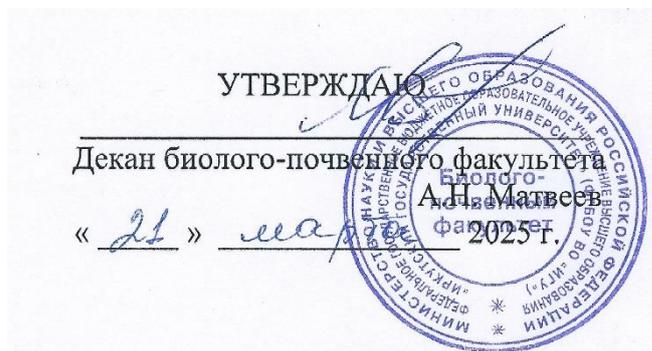
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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.28 «СИНТЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ»

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Направленность (профиль): Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета

Протокол № 5 от 21 февраля 2025 г.

Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины.....	3
2. Оценочные материалы для проведения текущего контроля	5
2.1 Тестирование	5
2.2. Устный доклад с презентацией	9
2.3. Вопросы для текущего контроля	11
2.4. Ситуационные задачи.....	16
3. Оценочные материалы, используемые при проведении промежуточной аттестации ...	19
3.1. Тестовые задания на установление соответствия	19
3.2. Тестовые задания на установление последовательности	23
3.3. Тестовые задания комбинированного типа (с выбором одного или нескольких верных ответов из четырёх предложенных) и аргументацией	25
3.4. Тестовые задания открытого типа с эталонными ответами	28

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан для учебной дисциплины Б1.В.28 «Синтетическая биология» специальности 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 экзамена.

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.28 «Синтетическая биология» 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 (5 курс, 9 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
<p>ПК-1</p> <p>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</p>	<p>ИДК ПК-1.1</p> <p>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>	<p>Знать: типы биологических объектов, особенности их функционирования, принципы генной инженерии, биоинформатики, их интеграцию, а также фундаментальные и прикладные аспекты современных методов исследования биологических систем, оценку потенциальных рисков и последствий использования синтетической биологии.</p> <p>Уметь: выбирать методологический подход к созданию и сборке биомакромолекул, организмов, анализировать и интерпретировать данные секвенирования, экспрессии и функционирования биосистем с использованием биоинформатических платформ;</p> <p>Владеть: научной терминологией и понятийным</p>	<p>Текущий контроль:</p> <p>- устный опрос, - устный доклад-презентация, ситуационные задачи, - тестирование</p> <p>Промежуточная аттестация: зачет</p>

информации по биологическим объектам		аппаратом синтетической биологии, методами работы с биологическими объектами, сборки и верификации ДНК-конструкций, обработки массивов данных о биологических объектах и моделирования биосистем.	
	<i>ИДК ПК-1.2</i> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.	Знать: теоретические основы проектирования биологических систем, включая модульность, стандартизацию, иерархическое конструирование, проблемы биобезопасности, биоэтики и ответственного применения искусственных организмов; Уметь: формулировать перспективные научные гипотезы и задачи в области синтетической биологии с учетом теоретических знаний и современных методических подходов; оценивать риски и последствия внедрения искусственных биосистем, включая влияние на окружающую среду; Владеть: Применением лабораторных техник, включая культивирование клеток и работу с биоинформатическими инструментами	Текущий контроль: - устный опрос, -устный доклад-презентация, ситуационные задачи, -тестирование Промежуточная аттестация: зачет
	<i>ИДК ПК-1.3</i> 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	Знать: Современные методологии редактирования геномов и генных конструкций, принципы метаболической инженерии, дизайна биосинтетических путей и микробных консорциумов, роль биоинформатики в дизайне, проверке и моделировании биологических цепей; Уметь: работать с различными базами данных, используя их для поиска, адаптации и оценки биочастей, а также моделировать поведение синтетических систем; Владеть: умением интерпретировать экспериментальные результаты, вносить изменения в дизайн, оценивать эффективность систем, а также иметь навыки представления результатов и формате научной презентации, постера или публикации.	Текущий контроль: - устный опрос, -устный доклад-презентация, ситуационные задачи, -тестирование Промежуточная аттестация: зачет

2. Оценочные материалы для проведения текущего контроля

2.1 Тестирование

Индекс и содержание формируемой компетенции	Индикаторы компетенций	Тип задания для текущей аттестации														
		Задание закрытого типа на установление соответствия	Задание закрытого типа на установление последовательности	Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора	Задание открытого типа с развернутым ответом											
<p>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</p>	<p>ИДК 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</p>	<p>Задание 1 <i>Прочитайте задание и укажите цифру, соответствующую виду процесса:</i> Установите соответствие между исследовательскими задачами и необходимыми навыками.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Задача</th> <th>Необходимый навык</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Построение генетической конструкции</td> <td>1. Работа с векторными картами</td> </tr> <tr> <td>B. Анализ данных секвенирования</td> <td>2. Использование биоинформатики</td> </tr> <tr> <td>C. Проведение микробиологического эксперимента</td> <td>3. Работа в стерильных условиях</td> </tr> </tbody> </table>		Задача	Необходимый навык	A. Построение генетической конструкции	1. Работа с векторными картами	B. Анализ данных секвенирования	2. Использование биоинформатики	C. Проведение микробиологического эксперимента	3. Работа в стерильных условиях	<p>Задание 2 <i>Прочитайте задание:</i> Установите правильную последовательность создания синтетического организма</p> <p>1. Проектирование минимального генома</p> <p>2. Синтез фрагментов ДНК</p> <p>3. Сборка полного синтетического генома</p> <p>4. Вставка генома в клетку-реципиент</p> <p>5. Проверка</p>		<p>Задание 3 <i>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i> Какие из следующих элементов могут использоваться в синтетических генетических схемах?</p> <p>А. Промотор B. Антикodon C. Репрессор D. Терминатор</p> <p>2. Избирательно связываются с антигенами</p> <p>3. Проникают внутрь клетки и влияют на белки</p> <p>1. Почти идентичны оригинальным биол.С</p> <p>• Промотор (A) — запускает</p>		<p>Задание 4 <i>Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:</i> Предложите синтетическую биологическую систему, которая решает прикладную задачу в медицине, и опишите её механизм действия. Ожидаемый ответ: Проект: "интеллектуальная бактерия", распознающая опухолевую среду. Механизм: – Используются сенсорные элементы, распознающие низкий pH и повышенное содержание лактата. – Генетическая схема активирует экспрессию терапевтического белка</p>
		Задача	Необходимый навык													
		A. Построение генетической конструкции	1. Работа с векторными картами													
		B. Анализ данных секвенирования	2. Использование биоинформатики													
		C. Проведение микробиологического эксперимента	3. Работа в стерильных условиях													

<p>объектов, искусственных, организмов, а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам</p>	<p>D. Интерпретация биологических моделей</p> <p>4. Математическое моделирование</p>	<p>жизнеспособности</p> <p>Получение транскрипции</p> <p>4. белка в культуре клеток</p> <p>• Репрессор (C) — на регуляторную активность промотора</p> <p>• Терминатор (D) — завершает транскрипцию</p> <p>• Антикодон (B) — часть тРНК, не применяется напрямую в конструкциях синтетических схем</p>	<p>(например, цитокина) только при совпадении условий.</p> <p>– Также включён механизм самоуничтожения вне опухоли, предотвращая побочные эффекты.</p> <p>Это может стать основой для прецизионной противораковой терапии.</p>																					
	<p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	C	D					A	B	C	D	1	2	3	4	<p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	
A	B	C	D																					
A	B	C	D																					
1	2	3	4																					
1	2	3	4	5																				
<p>ИДК 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 деятельности.</p>	<p>Задание 5 Прочитайте задание и укажите цифру, соответствующую виду применения: Установите соответствие между методами и их характеристиками:</p> <table border="1"> <tr> <td>Методы сборки ДНК</td> <td>Характеристика</td> </tr> <tr> <td>A. Golden Gate</td> <td>1. Использует рестриктазы типа IIS</td> </tr> <tr> <td>B. Gibson Assembly</td> <td>2. Основан на экзонуклеазах и полимеразе</td> </tr> <tr> <td>C. Лигирование</td> <td>3. Соединение ДНК с помощью лигазы</td> </tr> </table>	Методы сборки ДНК	Характеристика	A. Golden Gate	1. Использует рестриктазы типа IIS	B. Gibson Assembly	2. Основан на экзонуклеазах и полимеразе	C. Лигирование	3. Соединение ДНК с помощью лигазы	<p>Задание 6 Прочитайте задание: Установите правильную последовательность при разработке нового функционального белка.</p> <p>Применение 3D-моделирования</p> <p>1. Проверка различий между группами аминокислотной последовательности и соответствия теоретическому распределению</p> <p>2. Проверка соответствия теоретическому распределению</p> <p>3. Измерение силы связи</p> <p>4. Верификация</p>	<p>Задание 7 Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор: Какие типы программных инструментов чаще всего применяются при проектировании синтетических биологических систем?</p> <p>Объект чаще всего проектируется с помощью:</p> <p>A. Мезенхимальные стволовые клетки</p> <p>B. Эмбриональные стволовые клетки</p> <p>C) Среды математического моделирования (MATLAB, COPASI)</p> <p>D) IDE для Python</p>	<p>Задание 8 Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ: Раскройте значение проектирования минимального генома для синтетической биологии и запишите развернутый обоснованный ответ:</p> <p>Ожидаемый ответ:</p> <p>1. Проектирование минимального генома позволяет понять, какие гены необходимы для поддержания базовых функций жизни. Это важно, как для теоретического понимания основ биологии, так и для практического применения — например, синтеза инсулина и других</p>												
	Методы сборки ДНК	Характеристика																						
A. Golden Gate	1. Использует рестриктазы типа IIS																							
B. Gibson Assembly	2. Основан на экзонуклеазах и полимеразе																							
C. Лигирование	3. Соединение ДНК с помощью лигазы																							

		<p>функции in vitro (например, PyCharm)</p> <p>Ответ: D.</p> <p>4. Сравнение средних нескольких групп</p> <p>Правильный ответ: 2 1 3 4</p>	<p>Обоснование: Ответ: D. Обоснование: Индуцированные по ые потенциал клетки (iPSC)</p> <p>Правильный ответ: A, C, D (iPSC)</p> <p>Обоснование: ACD-инструменты и моделирование — основа инженерии биосхем. Python — часто используемый язык для моделирования и анализа данных. Фоторедакторы — не применяются для проектирования систем</p>	<p>терапевтические препараты (Chassis), на основе которых можно "собирать" организмы под конкретные задачи: производство вакцин, биотоплива и др. Проект минимального генома <i>Mycoplasma laboratorium</i> стал важным достижением в этой области.</p>																															
<p>ИДК ПК-1.3 Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки</p>	<p>Задание 9 Прочитайте задание и укажите цифру, соответствующую виду назначения: Установите соответствие между синтетическими конструкциями и их функциями</p> <table border="1" data-bbox="616 470 1052 758"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	C	D	1	2	3	4	<p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1" data-bbox="616 470 1052 566"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Правильный ответ</p> <table border="1" data-bbox="616 630 1052 758"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	C	D					A	B	C	D	1	2	3	4	<p>Задание 10 Прочитайте задание: Установите последовательность этапов компьютерного моделирования генетической схемы.</p> <table border="1" data-bbox="1052 1085 1355 1393"> <tr> <td>Конструкции</td> <td>Функции</td> </tr> <tr> <td>A. Генетический осциллятор</td> <td>1. Генерирует периодически колебания</td> </tr> <tr> <td>B. Генетический выключатель</td> <td>2. Переключает между двумя</td> </tr> </table>	Конструкции	Функции	A. Генетический осциллятор	1. Генерирует периодически колебания	B. Генетический выключатель	2. Переключает между двумя	<p>Задание 11 Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор: Какие характеристики важны при создании нового белка с заданной функцией?</p> <p>А) Простота аминокислотной последовательности Б) Точность пространственной структуры В) Каталитическая активность</p>	<p>Задание 12 Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ: Какие этические вопросы возникают в связи с развитием синтетической биологии? Ожидаемый ответ: Этические вопросы включают:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Возможность создания "искусственной жизни" и нарушение границ природы • Риски выхода модифицированных
A	B	C	D																																
1	2	3	4																																
A	B	C	D																																
A	B	C	D																																
1	2	3	4																																
Конструкции	Функции																																		
A. Генетический осциллятор	1. Генерирует периодически колебания																																		
B. Генетический выключатель	2. Переключает между двумя																																		

практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности		устойчивыми состояниями	3. Математическое описание (ODE/стохастические модели)	Устойчивость к условиям среды	<p>организмов в окружающую среду</p> <ul style="list-style-type: none"> Использование технологии в военных или биотеррористических целях Проблемы биобезопасности и биозащиты Неравный доступ к биотехнологиям в разных странах. Также обсуждаются вопросы патентования живых организмов и ответственности за потенциальный вред. 							
	C. Бистабильная схема	3. Поддерживает два устойчивых состояния	4. Ввод параметров запуска симуляции	3. Ответ: _____ Обоснование: _____								
	D. Логический элемент AND	4. Активируется только при наличии двух входов	Ответ: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>					4. Эффективность белка определяется его активностью, и правильной структурой. Простота последовательности не обязательно приводит к функциональности — важны конкретные мотивы и свёртка белка				
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:		Правильный ответ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>1</td></tr></table>		2	3	4	1					
2	3	4	1									
		<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>		A	B	C	D					
A	B	C	D									
		<p style="text-align: center;">Правильный ответ</p> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>		A	B	C	D	1	2	3	4	
A	B	C	D									
1	2	3	4									

Критерии оценки результатов тестирования

№	Тип задания	Критерии оценки	Результат оценивания
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла 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 или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией 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 Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла Все остальные случаи – 0 баллов
4	Задание открытого типа с развернутым ответом	Считается верным, если ответ совпадает с эталонным ответом по содержанию и полноте	Полное соответствие эталонному ответу – 1 балл Соответствие общей сути эталонного ответа – 0,5 балла Все остальные случаи – 0 баллов

Процент результативности	Оцениваемые компетенции	Оценка	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
86 % - 100 %	ПК -1	5	отлично
71 % - 85 %		4	хорошо
51 % - 70 %		3	удовлетворительно
0 % - 50 %		2	неудовлетворительно

2.2. Устный доклад с презентацией

Устный доклад – это сообщение в течение 10 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.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Рекомендации по подготовке презентации.

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 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 должны 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. Старайтесь 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.

Темы докладов

1. Основы синтетической биологии: отличие от геномной инженерии
2. Методика создания синтетических генетических схем
3. Стандартизация биологических компонентов: роль BioBricks
4. Использование CRISPR/Cas9 в синтетической биологии
5. ДНК как программируемый носитель информации
6. Создание синтетических микроорганизмов для производства лекарств
7. Искусственные клетки: от теории к практике
8. Биосенсоры нового поколения на основе синтетических систем
9. Биотопливо из синтетически модифицированных организмов
10. Синтетические организмы в борьбе с загрязнением окружающей среды
11. Персонализированная медицина и синтетическая биология
12. Иммуноterapia рака с помощью синтетических Т-клеток
13. Синтетическая биология в разработке вакцин (например, против COVID-19)
14. Генетические цепи для контроля и терапии хронических заболеваний
15. Микробиом и синтетическая биология: возможности вмешательства
16. Этические проблемы создания искусственной жизни
17. Биобезопасность и биозащита в синтетической биологии
18. Генные драйверы и их последствия для экосистем
19. Будущее синтетической биологии: контроль или хаос?
20. Правовое регулирование синтетической биологии в разных странах
21. Использование синтетической биологии в космосе: жизнь на Марсе
22. Биологические компьютеры и логические цепи на основе ДНК
23. Возможности синтетической биологии в создании искусственного интеллекта
24. Синтетические организмы как основа биоинженерного строительства
25. Конструирование новых форм жизни: границы возможного и допустимого
26. «Будущее синтетической биологии»

Критерии оценивания устного доклада с презентацией

Оценка доклада осуществляется в соответствие со следующими критериями: четкость изложения основных элементов; понимание изучаемой проблемы и методологии; умение выявлять сильные стороны и недостатки изложенных в научной литературе теорий и использованных методологических подходов; владение профессиональной терминологией; умение отвечать на вопросы аудитории.

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
Тема раскрыта полностью, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, хорошим научным языком. Доклад сопровождается презентацией, которая составлена с соблюдением общих требований оформления, содержит ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д. При обсуждении студент демонстрирует понимание изучаемой проблемы и методологии научного исследования, владение профессиональной терминологией и умение грамотно отвечать на вопросы аудитории.	ПК-1	отлично
Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Имеются недочеты в оформлении презентации или презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента на вопросы не являются исчерпывающими и аргументированными.		хорошо
Тема раскрыта не полностью, материал не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент дает неправильные или исчерпывающие ответы.		удовлетворительно
Тема не раскрыта, приведен скудный объем материала; презентация отсутствует или не соответствует требованиям. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют вопросам.		неудовлетворительно

2.3. Вопросы для текущего контроля

1. Что такое синтетическая биология?

Ответ: Синтетическая биология — это новая междисциплинарная область, которая объединяет биологию, инженерные науки, информатику и химию для создания и программирования новых биологических систем и организмов. В отличие от традиционной биологии, она ставит целью не просто изучение живого, а активное проектирование и создание биосистем с заданными свойствами.

2. Чем синтетическая биология отличается от геной инженерии?

Ответ: Генная инженерия — это метод внесения изменений в отдельные гены или геномы для модификации организмов. Синтетическая биология же опирается на инженерные принципы: стандартизацию, модульность и системный подход, чтобы создавать сложные и предсказуемые биосистемы из стандартизированных частей (биочастей).

3. Что такое BioBricks?

Ответ: BioBricks — стандартизированные биологические части (например, промоторы, гены, терминационные сигналы), которые можно легко комбинировать в различных последовательностях для построения сложных генетических цепей. Они имеют стандартизированные сайты рестрикции, что упрощает сборку.

4. Какие основные принципы синтетической биологии?

Ответ:

- *Модульность:* биосистемы строятся из взаимозаменяемых модулей (частей).
- *Стандартизация:* части имеют стандартные размеры и интерфейсы для легкой сборки.
- *Обратная связь:* использование регуляторных схем для контроля и стабилизации работы систем.

5. Что такое генетический «тумблер» (toggle switch)?

Ответ: Это генетическая схема, состоящая из двух генов, которые взаимно подавляют экспрессию друг друга. Такая схема может находиться в двух стабильных состояниях (например, экспрессия гена А или гена Б), переключаясь под воздействием внешнего сигнала, что делает её аналогом двоичного переключателя.

6. Назовите два основных метода синтеза ДНК в синтетической биологии.

Ответ:

- *Gibson Assembly* — метод без рестриктаз, при котором фрагменты с перекрывающимися концами соединяются с помощью экзонуклеазы, ДНК-полимеразы и лигазы.
- *Golden Gate Assembly* — метод с использованием рестриктаз типа IIS, которые режут вне своих сайтов, позволяя собирать несколько фрагментов одновременно в нужной последовательности.

7. Для чего используется CRISPR-система в синтетической биологии?

Ответ: CRISPR-Cas9 — мощный инструмент для точного редактирования геномов. В синтетической биологии его используют для внесения целенаправленных мутаций, создания генетических драйверов, управления экспрессией генов и даже для диагностики инфекций.

7. Что такое минимальный геном?

Ответ: Минимальный геном — это набор генов, необходимый и достаточный для жизнедеятельности клетки в контролируемых условиях. Исследование минимальных геномов помогает понять основы жизни и создать искусственные клетки.

8. Какие микроорганизмы чаще всего используются в качестве хостов для синтетических систем?

Ответ: *Escherichia coli* и дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) — классические модели, так как они быстро растут, хорошо изучены и имеют множество инструментов для генетической модификации.

9. Что такое биосенсор?

Ответ: Биосенсор — устройство, которое использует биологический компонент

(например, фермент, антитело, рецептор) для обнаружения определённых веществ, превращая биологический сигнал в измеримый электрический или оптический ответ.

10. Какие основные этапы проектирования биосенсора?

Ответ:

- Выбор биологического рецептора, который специфично связывается с целевым веществом.
- Конструирование генетической схемы, которая будет реагировать на сигнал связывания.
- Тестирование и оптимизация чувствительности и специфичности.

12. Что такое метаболическая инженерия?

Ответ: Метаболическая инженерия — это изменение метаболических путей микроорганизмов для увеличения производства полезных веществ, например, биотоплива, лекарств или пищевых добавок.

13. Что такое микробные консорциумы?

Ответ: Это сообщества различных микроорганизмов, которые взаимодействуют друг с другом, обмениваются метаболитами и совместно выполняют функции, невозможные для одиночных штаммов.

14. Назовите основные компоненты синтетической цепи биосинтеза антибиотика.

Ответ: В цепь входят гены, кодирующие ферменты, катализирующие последовательные шаги синтеза антибиотика, регуляторные элементы, обеспечивающие контроль экспрессии, и переносчики для выведения продукта.

15. Какие задачи решают искусственные клетки?

Ответ: Искусственные клетки могут служить моделями для изучения жизни, носителями лекарств, биореакторы для синтеза веществ, или использоваться в биосенсорике.

16. Что такое CAR-T терапия?

Ответ: CAR-T — это метод лечения рака, в котором Т-лимфоциты пациента генетически модифицируют, добавляя рецепторы, которые узнают и уничтожают раковые клетки.

17. Какие этические вопросы возникают в синтетической биологии?

Ответ: Это безопасность создания новых организмов, возможное воздействие на экологию, вопросы биоэтики, связанные с генетическим вмешательством в живые организмы, а также

18. Как биоинформатика связана с синтетической биологией?

Ответ: Биоинформатика — это область науки, которая занимается анализом биологических данных (геномов, белков). В синтетической биологии она используется для проектирования конструкций, предсказания работы систем и анализа полученных результатов.

19. Что такое стандарты RFC в синтетической биологии?

Ответ: RFC (Request for Comments) — форматы и правила для описания,

документирования и обмена биологическими частями, позволяющие стандартизировать информацию и упрощать совместную работу исследователей.

20. Как работает метод Golden Gate Assembly?

Ответ: Этот метод использует рестриктазы типа IIS, которые разрезают ДНК вне своих сайтов распознавания, что позволяет точно собрать несколько фрагментов в нужном порядке за один этап лигирования.

21. Что такое биокомпьютеры?

Ответ: Биокомпьютеры — это системы, основанные на биологических молекулах (ДНК, РНК, белках), которые способны выполнять логические операции и обрабатывать информацию.

22. Что такое липосомы и как они связаны с искусственными клетками?

Ответ: Липосомы — искусственные пузырьки из двойного слоя липидов, моделирующие клеточные мембраны. Их используют как оболочки искусственных клеток для инкапсуляции биомолекул.

23. Какая роль регуляторных элементов в генетических схемах?

Ответ: Регуляторные элементы (промоторы, операторы, энхансеры) управляют уровнем и временем экспрессии генов, обеспечивая адаптацию и точный контроль работы биосистемы.

24. Для чего используется TinkerCell?

Ответ: TinkerCell — программное обеспечение для визуального проектирования и моделирования генетических сетей и синтетических биологических систем с возможностью симуляции их динамики.

25. Что такое генетический драйвер?

Ответ: Генетический драйвер — генетический элемент, который обеспечивает наследование определенного гена в потомстве с частотой выше, чем предусмотрено классическими законами Менделя, что используется для быстрого распространения нужных признаков в популяциях.

26. Что такое стандартизация в синтетической биологии и почему она важна?

Ответ: Стандартизация означает создание унифицированных биологических частей с четко описанными характеристиками и совместимыми интерфейсами, которые могут быть легко собраны в сложные системы. Это важно, потому что позволяет ученым и инженерам обмениваться биочастями, повторно использовать их и масштабировать проекты без необходимости каждый раз разрабатывать все с нуля.

27. Какие преимущества дают микробные консорциумы по сравнению с использованием одиночных штаммов?

Ответ: Микробные консорциумы обладают более высокой стабильностью и функциональной гибкостью, так как разные микроорганизмы могут специализироваться на разных этапах метаболизма, поддерживать друг друга и адаптироваться к изменениям среды. Это увеличивает продуктивность синтетических процессов и позволяет решать задачи, недоступные для отдельных организмов.

28. В чем заключается принцип работы CRISPR-Cas систем и как они могут быть использованы для создания генных драйверов?

Ответ: CRISPR-Cas — это система иммунитета бактерий, использующая короткие РНК

для распознавания и разрезания чужеродной ДНК. В генной инженерии она применяется для точечного редактирования генома. Для создания генных драйверов CRISPR используют, чтобы обеспечить наследование определённых генетических изменений в высокой пропорции, что ускоряет распространение нужных генов в популяции.

29. Как биокомпьютеры могут изменить подход к решению вычислительных задач?

Ответ: Биокомпьютеры используют биомолекулы для выполнения логических операций и обработки информации параллельно и с невероятной плотностью данных, что теоретически может привести к созданию вычислительных систем с гораздо меньшим энергопотреблением и большей биосовместимостью по сравнению с электронными компьютерами.

30. Какие существуют основные проблемы и вызовы при создании искусственных клеток?

Ответ: Основные вызовы включают обеспечение устойчивости и жизнеспособности искусственных клеток, точное воспроизведение функций живых клеток (например, репликации, метаболизма), контроль взаимодействия с окружающей средой, а также этические и безопасностные вопросы, связанные с возможным выходом искусственных клеток в природу.

Критерии оценивания работы студентов на практических занятиях

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
Студент активно работает на занятиях, дает правильные ответы. Для подготовки, кроме конспекта лекций и рекомендуемой литературы, использует дополнительные материалы.	ПК-1	отлично
Студент активно работает на занятиях, 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

2.4. Ситуационные задачи

Решение ситуационных задач (кейсов) – это форма текущего контроля самостоятельной работы студента по систематизации информации в рамках постановки или решения конкретных проблем. Ситуационная задача представляет собой описание ситуации, которую надо решить, ответив на вопросы, носящие проблемный характер и (или) выполнив задания, которые демонстрируют сформированность умения решения практических заданий.

Каждая ситуационная задача имеет структуру:

- описание ситуации (описание проблемы), связанной с будущей профессиональной деятельностью;
- вопрос;
- ответ, пояснение

Для ситуационных заданий обычно подбираются названия, которые отражают либо

основное содержание ситуации, либо проблему, на решение которой ситуация направлена.

Задача 1. Генетический тумблер (toggle switch)

Условие:

Вы проектируете синтетическую цепь, в которой клетка *E. coli* может «переключаться» между двумя стабильными состояниями экспрессии: ген А включен / ген В включен. Используются два репрессора LacI и TetR.

Вопрос:

Какие связи между LacI, TetR и промоторами обеспечат поведение тумблера?

Ответ:

Ген А кодирует репрессор LacI, который связывается с оператором и подавляет транскрипцию гена В. Ген В кодирует репрессор TetR, который, в свою очередь, подавляет экспрессию гена А. Такая взаимная репрессия создает два стабильных состояния: либо активен ген А и подавлен ген В, либо наоборот. Переключение между состояниями может быть вызвано индукторами (например, IPTG для LacI или анилином для TetR).

Пояснение:

Это классический пример бистабильной системы в синтетической биологии. Взаимное подавление обеспечивает устойчивость состояний и позволяет клетке запоминать свое состояние.

Задача 2. Биосенсор на арсенат

Условие:

Вам нужно создать бактериальный сенсор, который будет светиться при наличии ионов арсената в воде. Вы находите природный промотор *arsR*, активируемый в присутствии арсената.

Вопрос:

Какой ген стоит подставить под контроль этого промотора для визуальной индикации и какова его роль?

Ответ:

Используется ген GFP, который кодирует зеленый флуоресцентный белок. Под контролем промотора *arsR*, активируемого при наличии ионов арсената, экспрессия GFP позволяет визуально обнаружить загрязнение — клетка светится зеленым.

Пояснение:

Промотор *arsR* регулируется белком ArsR, который связывается с ионами арсената и снимает репрессию. Подобные биосенсоры — экономичный и быстрый способ детекции токсинов.

Задача 3. Устойчивость к антибиотикам в конструктах

Условие:

Вы собираетесь использовать два плазмидных конструкта в одной клетке, каждый с разными биочастями. Оба несут маркер устойчивости к ампициллину.

Вопрос:

Что может пойти не так, и как это исправить?

Ответ:

Использование одинакового маркера устойчивости (AmpR) на двух плаزمиды приведет к невозможности отобрать клетки, несущие обе плазмиды. При культивировании на ампициллине вы не сможете отличить клетки с одной плазмидой от клеток с двумя. Решение — использовать разные устойчивости, например, AmpR на одной плазмиде и KanR (канамицин) на другой.

Пояснение:

Каждая плаزمида должна иметь уникальный маркер отбора для контроля присутствия и поддержания обеих конструкций в клетке.

Задача 4. Проблема кросс-регуляции**Условие:**

Вы используете два промотора, активируемых двумя разными индукторами: арабинозой и лактозой. Но экспрессия второго гена активируется даже при наличии только первого индуктора.

Вопрос:

Какова возможная причина и как устранить проблему?

Ответ:

Промоторы арабинозы и лактозы могут обладать неидеальной специфичностью или иметь фоновую (leaky) экспрессию. Если экспрессия второго гена активируется при первом индукторе, это значит, что-либо промотор недостаточно специфичен, либо индукторы взаимодействуют с обоими регуляторами. Чтобы устранить проблему, можно:

- заменить промоторы на более специфичные аналоги;
- использовать репрессоры для подавления нежелательной экспрессии;
- оптимизировать концентрации индукторов.

Пояснение:

Точная регуляция — ключевой момент в синтетических схемах. Кросс-регуляция снижает точность работы биологических вентиляей.

Задача 5. Использование логических вентиляей**Условие:**

Вы проектируете схему, в которой целевой ген должен экспрессироваться только при наличии двух молекул: А и В.

Вопрос:

Какой логический вентиль синтетической биологии вам нужен, и как он реализуется?

Ответ:

Для экспрессии гена только при наличии двух молекул А и В нужен AND-вентиль. Его можно реализовать через двухуровневую систему: например, первый индуктор активирует транскрипционный фактор, который нужен для экспрессии второго, а второй индуктор активирует другой фактор, вместе они запускают транскрипцию целевого гена.

Пояснение:

AND-вентиль — фундаментальный элемент синтетической биологии, позволяющий строить логические схемы из биологических частей.

Задача 6. Минимальный геном**Условие:**

В проекте создания синтетической клетки вы хотите минимизировать количество генов. После удаления 15% генов клетка перестала делиться.

Вопрос:

Какой тип генов, скорее всего, был удален, и как это определить?

Ответ:

После удаления 15% генов клетка перестала делиться, значит были удалены жизненно важные гены, часто относящиеся к «housekeeping» — ответственным за репликацию ДНК, транскрипцию, трансляцию и клеточный цикл. Выявление таких генов возможно через сравнительный анализ с известными минимальными геномами, например, JCVI-syn3.0, и биоинформатические базы данных.

Пояснение:

Минимальный геном — это набор генов, необходимый для жизни клетки в контролируемых условиях

Задача 7. Этический выбор**Условие:**

Студенческая команда предлагает использовать генно-модифицированные дрожжи для производства морфина в лаборатории.

Вопрос:

Какие этические и регуляторные вопросы необходимо рассмотреть перед реализацией проекта?

Ответ:

При использовании ГМО для производства морфина необходимо учесть:

- Риски злоупотребления и биотерроризма;
- Соответствие законодательству и уведомление регулирующих органов;
- Обеспечение биобезопасности и контроль над распространением ГМО;
- Этические вопросы, включая информирование и согласование с Этическим комитетом;
- Разработку систем контроля экспрессии, чтобы исключить неконтролируемое производство.

Пояснение:

Этика и регуляция — важнейшая составляющая синтетической биологии, особенно при работе с веществами с высокой степенью риска.

Критерии оценки решения ситуационной задачи

Критерии	Оцениваемые компетенции	Оценка	
		Балл	Отметка
Ситуационная задача выполнена правильно с определением необходимых показателей. Не допускаются неточности в ответах на вопросы, определении показателей и расчетах	ПК-1	10	отлично
Ситуационная задача выполнена правильно. Допускаются небольшие отклонения в ответах на вопросы к ситуационной задаче.		9-8	хорошо
Ситуационная задача выполнена правильно. Допускаются неточности в ответах на вопросы к задаче, к оценке ситуации и определении ряда параметров в задании.		7-5	удовлетворительно
Решение ситуационной задачи не правильное, ответы отсутствуют или ситуационная задача по всем параметрам выполнена неверно.		4 и меньше	неудовлетворительно

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

К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче зачета.

Зачет проводится в форме тестирования.

Задания для тестирования

I. Тестовые задания на установление соответствия

Задание 1

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между экспериментальными методами и их назначением:

Метод	Назначение
А. Электрофорез	1. Разделение ДНК/белков по массе
В. ПЦР	2. Амплификация фрагментов ДНК
С. Микроскопия	3. Визуализация клеток и органелл
Д. Секвенирование	4. Определение нуклеотидной последовательности

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	В	С	Д

Правильный ответ

А	В	С	Д
1	2	3	4

Задание 2

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между направлениями синтетической биологии и их применением:

Направление	Применение
А. Биосенсоры	1. Обнаружение токсинов и патогенов
В. Клеточные фабрики	2. Производство белков, ферментов и лекарств
С. Биоразложение	3. Очистка окружающей среды от загрязнителей
Д. Генетический дизайн	4. Создание новых метаболических путей

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D

Правильный ответ

A	B	C	D
1	2	3	4

Задание 3

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между уровнями биодизайна и объектами:

Уровни биодизайна	Объекты
А. Генетический элемент	1. Промотор, оператор, гены
В. Модуль	2. Генетический переключатель или контур
С. Система	3. Сборка из нескольких модулей
Д. Организм	4. Живой организм с синтетическим геномом

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D

Правильный ответ

A	B	C	D
1	2	3	4

Задание 4

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между современными задачами биологических исследований и применяемыми подходами:

Задачи	Подходы/методы
А. Изучение экспрессии генов	1. Транскриптомика
В. Анализ белков в клетке	2. Протеомика
С. Изучение взаимодействий метаболитов	3. Метаболомика
Д. Изучение генетических вариаций в популяции	4. Популяционная геномика

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	В	С	Д

Правильный ответ

А	В	С	Д
1	2	3	4

Задание 5

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между научно-исследовательскими задачами и необходимыми навыками:

Задача	Необходимый навык
А. Построение генетической конструкции	1. Работа с векторными картами
В. Анализ данных секвенирования	2. Использование биоинформатики
С. Проведение микробиологического эксперимента	3. Работа в стерильных условиях
Д. Интерпретация биологических моделей	4. Математическое моделирование

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	В	С	Д

Правильный ответ

А	В	С	Д
1	2	3	4

Задание 6

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между методом и его назначением:

Методы	Назначение
--------	------------

A. Электрофорез	1.Разделение клеточных компонентов по плотности
B. Хроматография	2.Измерение концентрации нуклеиновых кислот и белков
C. Спектрофотометрия	3.Разделение веществ по скорости движения в электрическом поле
D. Центрифугирование	4.Разделение компонентов смеси на основе их сродства к неподвижной и подвижной фазе

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D.

Правильный ответ

A	B	C	D.
3	4	2	1

Задание 7

Прочитайте задание и к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Установите соответствие между программами (инструментами) биоинформатики и их функциями:

Инструмент	Функция
A. BLAST	1.Поиск гомологичных последовательностей
B. Clustal Omega	2.Множественное выравнивание последовательностей
C. SWISS-MODEL	3.Моделирование 3D-структуры белка
D. SnapGene	4.Визуализация и проектирование ДНК-конструкций

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D.

Правильный ответ

A	B	C	D.
1	2	3	4

II. Тестовые задания на установление последовательности

Задание 8

Прочитайте задание:

Установите правильную последовательность этапов сборки геной конструкции методом Golden Gate:

1. Проведение реакции рестрикции и лигирования
2. Подготовка фрагментов ДНК с сайтами рестрикции
3. Выбор ферментов типа IIS
4. Лигирование и формирование готовой конструкции
5. Вставка конструкции в вектор

Ответ

--	--	--	--	--

Правильный ответ

3	2	1	4	5
---	---	---	---	---

Задание 9

Прочитайте задание:

Установите правильную последовательность этапов разработки биосенсора:

1. Определение целевого анализата
2. Выбор чувствительного элемента (сенсора)
3. Проектирование репортера
4. Конструирование генетической схемы
5. Тестирование чувствительности

Ответ

--	--	--	--	--

Правильный ответ

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 10

Прочитайте задание:

Установите последовательность анализа генной схемы с помощью моделирования:

1. Формализация схемы (уравнения, логика)
2. Ввод данных в программное обеспечение
3. Настройка параметров модели
4. Проведение симуляции

Ответ

--	--	--	--	--

Правильный ответ

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 11

Прочитайте задание:

Установите правильную последовательность этапов создания искусственного гена для экспрессии в прокариотической системе:

1. Оптимизация кодонов под хост-организм
2. Определение желаемой аминокислотной последовательности
3. Добавление регуляторных элементов (промотор, RBS, терминатор)
4. Синтез и вставка конструктора в вектор

Ответ

--	--	--	--	--

Правильный ответ

2	1	3	4
---	---	---	---

Задание 12

Прочитайте задание:

Расположите в правильной последовательности действия при создании синтетического метаболического пути:

1. Сборка конструктора с нужными генами
2. Выбор ферментов и кодирующих генов
3. Интеграция пути в организм-хозяин
4. Анализ выхода продукта

Ответ

--	--	--	--

Правильный ответ

2	1	3	4
---	---	---	---

Задание 13

Прочитайте задание:

Установите правильную последовательность разработки компьютерной модели поведения синтетической клетки:

1. Сбор экспериментальных данных
2. Построение модели (структура, параметры, зависимости)
3. Калибровка модели и валидация
4. Проведение предсказаний и оптимизация параметров

Ответ

--	--	--	--

Правильный ответ

1	2	3	4
---	---	---	---

Задание 14

Прочитайте задание:

Расположите в логической последовательности этапы создания полной синтетической биологической системы для производства биотоплива:

1. Проектирование метаболического пути
2. Подбор промоторов и регуляторных элементов
3. Трансформация конструкта в микробную клетку
4. Анализ и масштабирование производства

Ответ

--	--	--	--

Правильный ответ

1	2	3	4
---	---	---	---

III. Тестовые задания комбинированного типа (с выбором одного или нескольких верных ответов из четырёх предложенных) и аргументацией

Задание 15

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие программные инструменты можно использовать для моделирования синтетических биосистем?

- A. COPASI
- B. Excel

C. SBOL Visual

D. TinkerCell

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответ: А, D

Аргументация:

- COPASI (A) — для моделирования кинетики биосетей
- TinkerCell (D) — визуальное моделирование генетических схем
- SBOL Visual (C) — только визуализация, а не моделирование
- Excel (B) — не специализирован для моделирования биосистем

Задание 16

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие утверждения верны для биобриков (BioBricks)?

A. Это стандартизированные фрагменты ДНК

B. Их можно собирать по принципу LEGO

C. Они используют сайты рестрикции типа IIS

D. Все биобрики являются кодирующими белки

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответ: А, В

Аргументация:

- А- BioBricks— стандартные блоки ДНК с определёнными концами
- В -Принцип "LEGO" — модульная сборка
- С- Тип IIS — используется в Golden Gate, не в классических BioBricks
- D -Не все биобрики кодируют белки, бывают некодирующие
(например, промоторы, RBS)

Задание 17

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие риски обсуждаются при применении синтетической биологии?

A. Создание неконтролируемых форм жизни

B. Угрозы биотерроризма

C. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур

D. Этические вопросы вмешательства в геном

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответ: А, В, D

Аргументация:

А. Возможность создания опасных организмов

В. Потенциал злоупотребления технологиями

D. Этические вопросы

С. Снижение урожайности — не относится к обсуждаемым рискам синбиотехнологий

Задание 18

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие из следующих элементов могут входить в состав синтетического генетического конструктива (генетической схемы)?

А. Промотор

В. Фермент транскрипции

С. Терминатор транскрипции

D. Рибосомное связывающее место (RBS)

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответ: А, С, D

Аргументация:

Промотор, терминатор и RBS — ключевые компоненты конструкта, участвующие в инициации и завершении транскрипции и трансляции. Фермент транскрипции (например, РНК-полимераза) — это клеточный белок, не включается в генетическую схему, а взаимодействует с ней.

Задание 19

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Что важно учитывать при создании синтетического метаболического пути в бактерии?

А. Совместимость новых генов с метаболизмом организма

В. Возможность горизонтального переноса

С. Наличие коферментов и субстратов

D. Цвет пигмента, вырабатываемого системой

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответ: А, В, С

Аргументация:

Для эффективного функционирования синтетического пути важны биохимическая совместимость, регуляция и экологические риски (перенос).

Цвет пигмента может быть желателен для отслеживания, но не является критически важным для проектирования.

Задание 20

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие из перечисленных характеристик относятся к преимуществам метода Gibson Assembly?

- A. Возможность сборки нескольких фрагментов за одну реакцию
- B. Зависимость от сайтов рестрикции
- C. Простой протокол без лигазы
- D. Высокая точность и совместимость с *in vitro* синтезом

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответ: A, D

Аргументация:

A. D. Подходит для одновременной сборки нескольких фрагментов (A) и совместим с синтетическим ДНК

B. Метод не требует рестриктаз

C. Использует экзонуклеазу, полимеразу и лигазу

Задание 21

Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:

Какие характеристики присущи синтетическим осцилляторам в клетках?

- A. Поддержание постоянной экспрессии гена
- B. Циклическое изменение активности генов
- C. Использование положительной обратной связи
- D. Наличие колебаний в экспрессии генов

Ответ: _____

Аргументация _____

Правильный ответы: B, D

Аргументация:

B, D. Осцилляторы вызывают колебания экспрессии

A. Постоянная экспрессия — характерна для конститутивных генов

C. Обычно используют отрицательную обратную связь, не положительную

IV. Тестовые задания открытого типа с эталонными ответами

Задание 22

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Объясните, как можно использовать синтетическую биологию для решения экологических проблем

Ожидаемый ответ:

Синтетическая биология позволяет создавать организмы, способные разлагать токсичные вещества (например, нефть, пластик) или фиксировать углекислый газ из атмосферы. Также можно проектировать микроорганизмы для восстановления почвы и очистки сточных вод. Такие организмы можно встроить в биосенсоры, которые одновременно обнаруживают и обезвреживают загрязнители. Однако необходимо учитывать экологические риски и возможность неконтролируемого распространения таких организмов

Задание 23

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Сформулируйте этапы создания искусственного гена, предназначенного для экспрессии белка в прокариотической клетке. Какие факторы необходимо учесть при проектировании такого гена?

Ожидаемый ответ:

Этапы включают:

1. Определение желаемой аминокислотной последовательности белка.
2. Обратный перевод в ДНК с учётом кодонов, предпочтительных для прокариот.
3. Добавление промотора, рибосомного связывающего участка, терминатора.
4. Оптимизация вторичных структур мРНК.
5. Включение элементов контроля экспрессии (индуцибельные системы).

Важно учитывать: совместимость с шасси-организмом (например, *E. coli*), токсичность продукта, скорость экспрессии и стабильность РНК.

Задание 24

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Опишите, как можно использовать искусственные РНК-молекулы (например, рибосвичи) для регуляции генов. Приведите пример практического применения.

Ожидаемый ответ:

Рибосвичи — это синтетические РНК, которые изменяют структуру в зависимости от наличия специфического лиганда. Это позволяет регулировать трансляцию (например, блокируя рибосомный доступ).
Применение:

- Контролируемая экспрессия гена только при наличии определённого метаболита.
- Пример: рибосвич, активирующий синтез антибиотика только при присутствии патогена, снижает побочные эффекты и экономит ресурсы. Проанализируйте, как стволовые клетки могут быть использованы в регенеративной медицине. В чём заключаются основные трудности клинического применения?

Задание 25

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Как с помощью компьютерного моделирования можно предсказать поведение биологических схем? Какие типы моделей для этого используются?

Ожидаемый ответ:

Компьютерное моделирование позволяет предсказать динамику работы генетических цепей до проведения эксперимента.

Используются:

- Детерминированные модели (ODE) — для количественной оценки (например, скорости синтеза белка).
- Стохастические модели — учитывают случайный характер молекулярных взаимодействий.
- Агентные модели — для описания поведения клеток в популяции.

Моделирование помогает оценить чувствительность, стабильность, колебания, и избежать неудачных конструкций в лаборатории.

Задание 26

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Приведите пример использования машинного обучения (AI/ML) в синтетической биологии. Какую задачу оно помогает решить?

Ожидаемый ответ:

Машинное обучение используется для предсказания:

- активности промоторов,
- структуры белков,
- эффективности редактирования CRISPR,
- свойств молекул (например, антибиотиков).

Пример: алгоритмы DeepMind (AlphaFold) предсказывают 3D-структуру белков, что упрощает проектирование новых ферментов. Также ML применяется для оптимизации метаболических путей — прогнозирует, какие мутации увеличат продуктивность.

Задание 27

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Опишите подход к созданию полностью синтетического минимального организма. Зачем он нужен и какие есть сложности?

Ожидаемый ответ:

Создание минимального организма включает:

1. Определение набора минимально необходимых генов.
2. Проектирование и синтез генома (например, JCVI-syn3.0).
3. Внедрение синтетического генома в клетку-реципиент.

Цель: получить клетку, выполняющую только необходимые функции, пригодную для биопроизводства.

Сложности:

- Некоторые функции реализуются неочевидными путями.

- Взаимосвязь генов сложна и не полностью изучена.
- Требуется высокая точность сборки генома

Задание 28

Прочитайте задание и запишите развернутый обоснованный ответ:

Какие основные этапы включает разработка синтетического биосенсора, и какие области его применения?

Ожидаемый ответ:

Разработка синтетического биосенсора включает следующие этапы:

1. Выбор целевого анализатора (вещества, которое нужно обнаружить)
2. Поиск или проектирование чувствительного бимолекулярного элемента (например, регуляторного белка или РНК)
3. Конструирование генетической схемы, связывающей детекцию с сигналом (например, экспрессией флуоресцентного белка)
4. Валидация и настройка в модельной системе
5. Тестирование на чувствительность и специфичность

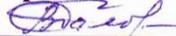
Области применения: медицина (диагностика), охрана окружающей среды (обнаружение загрязнителей), промышленность (мониторинг условий производства).

Критерии оценки результатов тестирования

№	Тип задания	Критерии оценки	Результат оценивания
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотношены с позициями другого столбца)	Полное совпадение верным с ответом – 1 балл Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла 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 или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией 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 открытого типа с развернутым ответом	Считается верным, если правильно указаны цифры (буквы) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Совпадение более половины вариантов с верным ответом – 0,5 балла Все остальные случаи – 0 баллов

Процент результативности	Оценивае мые компетен ции	Оценка	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
86 % - 100 %	ПК-1	5	отлично
71 % - 85 %		4	хорошо
51 % - 70 %		3	удовлетворительно
0 % - 50 %		2	неудовлетворительно

Разработчик:



(подпись)

профессор

В.П. Саловарова