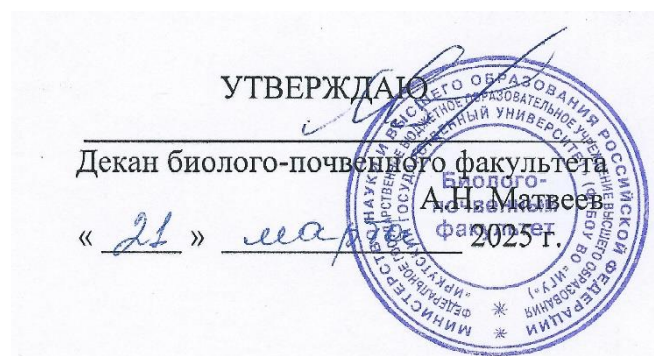




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ФГБОУ ВО «ИГУ»**  
Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:

**Б1.В.26 «БИОИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ»**

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация: Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 5 от 21 марта 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 .....	6
2.1 Тестирование .....	6
2.2. Устный доклад с презентацией .....	12
2.3. Вопросы для текущего контроля .....	14
2.4. Ситуационные задачи.....	19
3. Оценочные материалы, используемые при проведении промежуточной аттестации ...	21
3.1. Тестовые задания на установление соответствия .....	21
3.2. Тестовые задания на установление последовательности .....	24
3.3. Тестовые задания комбинированного типа (с выбором одного или нескольких верных ответов из четырёх предложенных) и аргументацией .....	26
3.4. Тестовые задания открытого типа с эталонными ответами .....	28

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан для учебной дисциплины Б1.В.26 «Биоинженерные технологии в медицине» 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.26 «Биоинженерные технологии в медицине» 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

**ПК-2:** Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.

Компетенции	Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки
<b>ПК-1</b> 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	<b>ИДК<sub>ПК1.1</sub></b> Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения биологических систем, живых организмов различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности	<b>Знать:</b> фундаментальные и прикладные аспекты в области изучения живых организмов различных уровней организации <b>Уметь:</b> применять теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности. <b>Владеть:</b> способностью использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности	<b>Текущий контроль:</b> - устный опрос, - тестирование, - устный доклад-презентация  <b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен
	<b>ИДК<sub>ПК 1.2</sub></b> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных	<b>Знать:</b> современные направления исследований биоинженерных технологий, используемых в медицине; <b>Уметь:</b> формулировать задачи исследований по использованию современных	<b>Текущий контроль:</b> - устный опрос, - тестирование, - устный доклад-презентация

<p>последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам</p>	<p>направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>биоинженерных технологий в медицине; <b>Владеть:</b> построением информационных моделей и практических разработок в области биоинженерных технологий</p>	<p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен</p>
	<p><b>ИДК 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>	<p><b>Знать:</b> основные принципы и подходы для разработки новых биоинженерных технологий, материалов для решения медицинских задач; <b>Уметь:</b> применять на практике полученные знания для разработки новых технологий, материалов и биологических объектов; <b>Владеть:</b> методами разработки практических рекомендаций для решения задач в области биоинженерных технологий в медицине</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> - устный опрос, --тестирование, устный доклад-презентация</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.</p>	<p><b>ИДК ПК 2.1</b> Знает классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов</p>	<p><b>Знать:</b> достижения и инновационные пути развития биоинженерных технологий <b>Уметь:</b> применять классические и современные методы исследований, информационные ресурсы и базы данных, методы формализации, решения и анализа научных результатов <b>Владеть:</b> основными методами, способами и средствами получения, хранения, анализа полученной информации и пользоваться действующими нормативно-правовыми документами в области биоинженерных технологий</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> - устный опрос, --тестирование, устный доклад-презентация</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен</p>
	<p><b>ИДК ПК 2.2</b> Способен профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p>	<p><b>Знать:</b> классические и современные методы исследования и оборудование, специализированные пакеты программ в сфере медицинских биоинженерных технологий <b>Уметь:</b> аргументировано излагать собственную позицию по выбору методов, оборудования, информационных систем и интерпретировать результаты научных экспериментов, <b>Владеть:</b> навыками применения методологических подходов</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> - устный опрос, --тестирование, устный доклад-презентация</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен</p>

		для разработки новых технологий	
	<p><b>ИДК ПК2.3</b>  Владеет статистическими методами обработки экспериментальных результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</p>	<p><b>Знать:</b> современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации, базы данных, программные продукты и ресурсы в области биоинженерных технологий;  <b>Уметь:</b> проводить поиск, анализ, аннотирование и реферирование современной научной литературы, создавать алгоритм исследования по выбору и использованию биологических систем и технологий;  <b>Владеть:</b> статистическими методами обработки экспериментальных результатов, навыками работы с периодическими изданиями, подготовки материала для научных публикаций, написания и формирования отчетов, докладов.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b>  - устный опрос,  --тестирование,  устный доклад-презентация</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен</p>

## 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																									
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	ИДК ПК 1.1 Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения биологических систем, живых организмов различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности	<b>Задание 1</b> <i>Прочитайте задание и установите соответствие между типом биологического объекта и его применением в биомедицинской инженерии</i> <i>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</i>	<b>Задание 2</b> <i>Прочитайте задание и расположите по порядку этапы применения CRISPR/Cas9 для генного редактирования in vitro</i> 1.Подбор направляющей РНК (sgRNA) 2.Введение CRISPR-комплекса в клетки 3.Проектирование Cas9-конструкции 4.Культивирование и отбор отредактированных клеток 5.Анализ эффективности редактирования	<b>Задание 3</b> <i>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i> Какие биологические системы чаще всего используются для экспрессии рекомбинантных белков в медицинской биотехнологии? А) Клетки растений В) Клетки CHO С) <i>Escherichia coli</i> D) Дендритные клетки человека Ответ _____ Обоснование _____	<b>Задание 4</b> <i>Прочитайте задание и кратко поясните значение нутригеномики и приведите пример её применения в персонализированной медицине.</i> <b>Эталонный ответ</b> Нутригеномика — это наука, изучающая, как компоненты пищи влияют на экспрессию генов и метаболизм в организме человека. Она позволяет подбирать диету, оптимальную для конкретного генетического профиля, тем самым снижая риск хронических заболеваний. Пример: Пациенты с мутацией в гене <b>MTHFR</b> хуже усваивают фолаты. Нутригеномика позволяет диагностировать мутацию и рекомендовать биодоступную форму витамина В9 (метилфолат), предотвращая развитие анемии, нарушений беременности и др.																									
		<table><tr><th>Тип объекта</th><th>Применение</th></tr><tr><td>А. Стволовые клетки</td><td>1.Регенеративная медицина</td></tr><tr><td>В. Рекомбинантные микроорганизмы</td><td>2. Получение терапевтических белков</td></tr><tr><td>С. Генетически модифицированные мыши</td><td>3.Моделирование заболеваний человека</td></tr><tr><td>Д. Синтетические наночастицы</td><td>4. Таргетная доставка лекарств</td></tr></table>	Тип объекта	Применение	А. Стволовые клетки	1.Регенеративная медицина	В. Рекомбинантные микроорганизмы	2. Получение терапевтических белков	С. Генетически модифицированные мыши	3.Моделирование заболеваний человека	Д. Синтетические наночастицы	4. Таргетная доставка лекарств	<b>Правильный ответ</b> <table><tr><th>Тип объекта</th><th>Цифра</th></tr><tr><td>А</td><td>1</td></tr><tr><td>В</td><td>2</td></tr><tr><td>С</td><td>3</td></tr><tr><td>Д.</td><td>4</td></tr></table>	Тип объекта	Цифра	А	1	В	2	С	3	Д.	4	<b>Правильный ответ</b> <table><tr><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	3	2	4	5	<b>Правильный ответ</b> В, С <b>Обоснование</b> Клетки CHO и E. coli — стандартные системы экспрессии. Растения и дендритные клетки применяются реже и специфически
		Тип объекта	Применение																											
А. Стволовые клетки	1.Регенеративная медицина																													
В. Рекомбинантные микроорганизмы	2. Получение терапевтических белков																													
С. Генетически модифицированные мыши	3.Моделирование заболеваний человека																													
Д. Синтетические наночастицы	4. Таргетная доставка лекарств																													
Тип объекта	Цифра																													
А	1																													
В	2																													
С	3																													
Д.	4																													
1	3	2	4	5																										

большого массива информации по биологическим объектам	<p><i>ИДК ПК 1.2</i> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологически е подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессионально й деятельности.</p>	<p><b>Задание 5</b> <i>Прочитайте задание и установите соответствие между этапом работы с биоинженерными объектами и используемым оборудованием</i> <i>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</i></p> <table><tr><th>Этап работы</th><th>Оборудование</th></tr><tr><td>А. Культивирован ие клеток</td><td>1. CO<sub>2</sub>-инкубатор</td></tr><tr><td>В. Транфекция</td><td>2.Электропо ратор</td></tr><tr><td>С. Оценка экспрессии белка</td><td>3. Вестерн-блот</td></tr><tr><td>Д. Секвенировани е ДНК</td><td>4.Генетический анализатор</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А)</td><td>В)</td><td>С)</td><td>Д)</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table><tr><td>А)</td><td>В)</td><td>С)</td><td>Д)</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	Этап работы	Оборудование	А. Культивирован ие клеток	1. CO <sub>2</sub> -инкубатор	В. Транфекция	2.Электропо ратор	С. Оценка экспрессии белка	3. Вестерн-блот	Д. Секвенировани е ДНК	4.Генетический анализатор	А)	В)	С)	Д)					А)	В)	С)	Д)	1	2	3	4	<p><b>Задание 6</b> <i>Прочитайте задание и расположите в правильной последовательности этапы 3D-биопечати тканевой конструкции:</i> 1.Биопечать по цифровой модели 2.Создание CAD-модели (компьютерное проектирование) 3.Подбор и подготовка биочернил (клеток, матрицы) 4.Инкубация и дозревание конструкции 5.Оценка функциональных свойств ткани</p> <p>Ответ:</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table><tr><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>						2	3	1	4	5	<p><b>Задание7</b> <i>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i> Какие программы и базы данных используются в биоинформатике для анализа белков? А) UniProt В) Photoshop С) BLAST Д) Swiss Model Ответ_____ Обоснование_____</p> <p><b>Правильный ответ:</b> А, С, D <b>Обоснование:</b> UniProt — база белков; BLAST — поиск гомологов; SwissModel — моделирование 3D-структур; Photoshop — не научная программа</p>	<p><b>Задание8</b> <i>Прочитайте задание и опишите этапы получения и применения индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (iPSC) в регенеративной медицине</i> <b>Эталонный ответ</b> iPSC получают из соматических клеток взрослого организма путём введения факторов транскрипции (чаще всего Oct4, Sox2, Klf4 и c-Myc). Эти факторы перепрограммируют клетку, возвращая её в плюрипотентное состояние, подобное эмбриональной стволовой клетке. Затем такие клетки можно дифференцировать в различные типы (например, нейроны, кардиомиоциты, бета-клетки поджелудочной железы). В медицине iPSC применяются для моделирования заболеваний, скрининга лекарств и, потенциально, для клеточной терапии, не вызывающей иммунного отторжения.</p>
	Этап работы	Оборудование																																							
А. Культивирован ие клеток	1. CO <sub>2</sub> -инкубатор																																								
В. Транфекция	2.Электропо ратор																																								
С. Оценка экспрессии белка	3. Вестерн-блот																																								
Д. Секвенировани е ДНК	4.Генетический анализатор																																								
А)	В)	С)	Д)																																						
А)	В)	С)	Д)																																						
1	2	3	4																																						
2	3	1	4	5																																					
<p><i>ИДК ПК 1.3</i> Владеет навыками творческого применения методологически х подходов для</p>	<p><b>Задание 9</b> <i>Причитайте задание и установите соответствие между биологическими объектами и их применением в медицинской биоинженерии.</i></p>	<p><b>Задание 10</b> <i>Причитайте задание и Установите последовательность этапов получения трансгенного животного.</i></p>	<p><b>Задание 11</b> <i>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i></p>	<p><b>Задание 12</b> <i>Причитайте задание и опишите основные типы стволовых клеток, их свойства и потенциальное применение в медицине.</i></p>																																					

	<p>разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>К каждой позиции, данной в левом столбце, выберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <table><tr><th>Объект</th><th>Применение</th></tr><tr><td>А. Мезенхимальные стволовые клетки</td><td>1. Регенерация хрящевой и костной ткани</td></tr><tr><td>В. Эмбриональные стволовые клетки</td><td>2. Получение любых дифференцированных клеток</td></tr><tr><td>С. Генномодифицированные бактерии</td><td>3. Синтез инсулина и других терапевтических белков</td></tr><tr><td>Д. Индуцированные плюрипотентные клетки (iPSC)</td><td>4. Персонализированная клеточная терапия</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>В</td><td>С</td><td>Д.</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table><tr><td>А</td><td>В</td><td>С</td><td>Д.</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	Объект	Применение	А. Мезенхимальные стволовые клетки	1. Регенерация хрящевой и костной ткани	В. Эмбриональные стволовые клетки	2. Получение любых дифференцированных клеток	С. Генномодифицированные бактерии	3. Синтез инсулина и других терапевтических белков	Д. Индуцированные плюрипотентные клетки (iPSC)	4. Персонализированная клеточная терапия	А	В	С	Д.					А	В	С	Д.	1	2	3	4	<p>1.Перенос модифицированных эмбрионов в организм самки 2.Микроинъекция ДНК в зиготу 3.Оплодотворение in vitro 4.Отбор трансгенных особей 5.Развитие эмбрионов</p> <p>Ответ:</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table><tr><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td></tr></table>						3	2	1	5	4	<p>Что входит в состав биочернил для 3D-биопечати тканей? А) Гидрогели В) Стволовые клетки С) Песок Д) Матриксные белки (например, коллаген) Ответ: _____ Обоснование: _____</p> <p><b>Правильный ответ:</b> А, В, Д <b>Обоснование:</b> Биочернила состоят из живых клеток, биополимерной основы и белков, обеспечивающих поддержку и питание. Песок не используется.</p>	<p><b>Эталонный ответ:</b> Стволовые клетки — это недифференцированные клетки, обладающие способностью к самоподдержанию и дифференцировке в различные типы клеток. Основные типы: 1.Эмбриональные стволовые клетки (ESC): -Плюрипотентные — могут превращаться в любые клетки организма. -Источник — внутренняя масса бластоцисты. -Применение: исследование развития, регенерация тканей, но имеют этические ограничения. 2.Взрослые (соматические) стволовые клетки: -Мультипотентные (например, гемопоэтические, мезенхимальные). -Источник — костный мозг, жировая ткань, пуповинная кровь. -Применение: лечение лейкозов, инфарктов, повреждений суставов и кожи. 3.Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (iPS): -Получены путём перепрограммирования соматических клеток (например, фибробластов). -Плюрипотентные, подобны эмбриональным. -Применение: моделирование заболеваний, персонализированная медицина, регенерация.</p>
Объект	Применение																																								
А. Мезенхимальные стволовые клетки	1. Регенерация хрящевой и костной ткани																																								
В. Эмбриональные стволовые клетки	2. Получение любых дифференцированных клеток																																								
С. Генномодифицированные бактерии	3. Синтез инсулина и других терапевтических белков																																								
Д. Индуцированные плюрипотентные клетки (iPSC)	4. Персонализированная клеточная терапия																																								
А	В	С	Д.																																						
А	В	С	Д.																																						
1	2	3	4																																						
3	2	1	5	4																																					



					Применение в медицине: -Восстановление миокарда после инфаркта; -Лечение нейродегенеративных заболеваний (например, Паркинсона); -Замещение костной, хрящевой, кожной ткани; -Перспективы в создании искусственных органов методами секвенирования нового поколения (NGS).																				
<b>ПК-2</b> Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.	<b>ИДК пк 2.1</b> Знает классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов	<b>Задание 13</b> <i>Прочитайте задание и установите соответствие между вычислительными методами и их задачами в биоинженерных исследованиях:</i> <i>Укажите цифру, соответствующую методу вычислений:</i> <table><tr><th>Метод вычислений</th><th>Задача</th></tr><tr><td>A. Молекулярное моделирование</td><td>1.Прогнозирование структуры белков и взаимодействия</td></tr><tr><td>B. Статистический анализ</td><td>2. Обработка экспериментальных данных и выявление закономерностей</td></tr><tr><td>C. Машинное обучение</td><td>3. Создание моделей для диагностики и прогнозирования</td></tr><tr><td>D. Системная биология</td><td>4.Моделирование биологических</td></tr></table>	Метод вычислений	Задача	A. Молекулярное моделирование	1.Прогнозирование структуры белков и взаимодействия	B. Статистический анализ	2. Обработка экспериментальных данных и выявление закономерностей	C. Машинное обучение	3. Создание моделей для диагностики и прогнозирования	D. Системная биология	4.Моделирование биологических	<b>Задание 14</b> <i>Прочитайте задание и установите последовательность этапов планирования эксперимента с клеточными культурами:</i> 1.Подготовка клеток 2.Определение цели эксперимента 3.Выбор метода обработки клеток 4.Проведение эксперимента 5.Анализ полученных данных  Ответ <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <b>Правильный ответ</b> <table><tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>						2	1	3	4	5	<b>Задание 15</b> <i>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i> Какие методы используются для анализа ДНК в биоинженерных технологиях? Выберите все правильные: А) ПЦР В) Секвенирование С) Электрофорез D) Хроматография  Ответ_____ Обоснование_____	<b>Задание 16</b> <i>Прочитайте задание и кратко расскажите о роли и принципах работы биосенсоров в биоинженерных технологиях.</i> <b>Эталонный ответ</b> Биосенсоры — устройства для обнаружения биологических молекул с высокой чувствительностью и специфичностью. Принцип работы основан на связывании анализируемого вещества с биологическим рецептором (например, антителом), что приводит к изменению сигнала (электрического, оптического и др.). Они используются для мониторинга метаболитов, диагностики заболеваний и контроля качества биопрепаратов. Биосенсоры ускоряют и упрощают получение данных в реальном времени
Метод вычислений	Задача																								
A. Молекулярное моделирование	1.Прогнозирование структуры белков и взаимодействия																								
B. Статистический анализ	2. Обработка экспериментальных данных и выявление закономерностей																								
C. Машинное обучение	3. Создание моделей для диагностики и прогнозирования																								
D. Системная биология	4.Моделирование биологических																								
2	1	3	4	5																					

		<table><tr><td></td><td>систем на уровне клеток и тканей</td></tr></table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table><tr><td>Метод вычислений</td><td>Цифра</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td></tr><tr><td>B</td><td>2</td></tr><tr><td>C</td><td>3</td></tr><tr><td>D.</td><td>4</td></tr></table>		систем на уровне клеток и тканей	Метод вычислений	Цифра	A	1	B	2	C	3	D.	4		размеру, помогает анализировать результаты ПЦР и секвенирования. Секвенирование — определение последовательности нуклеотидов, позволяет выявлять мутации и строить геномные карты								
	систем на уровне клеток и тканей																							
Метод вычислений	Цифра																							
A	1																							
B	2																							
C	3																							
D.	4																							
ИДК ПК 1.2 Способен профессионально работать с исследовательски м, испытательным оборудованием и установками, вычислительным и комплексами, специализирован ными пакетами программ	<p><b>Задание 17</b> <i>Прочитайте задание и установите соответствие между типом оборудования и областью применения:</i> <i>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</i></p> <table><tr><td>Оборудование</td><td>Область применения</td></tr><tr><td>A. Лазерный сканирующий микроскоп</td><td>1.Высокоточно е изображение клеточных структур</td></tr><tr><td>B. Центрифуга</td><td>2. Разделение клеток и биомолекул по плотности</td></tr><tr><td>C. PCR-термоциклер</td><td>3.Амплификац ия ДНК для анализа генетической информации</td></tr><tr><td>D. Флуоресцентны й микроскоп</td><td>4. Изучение экспрессии белков и меток в клетках</td></tr></table>	Оборудование	Область применения	A. Лазерный сканирующий микроскоп	1.Высокоточно е изображение клеточных структур	B. Центрифуга	2. Разделение клеток и биомолекул по плотности	C. PCR-термоциклер	3.Амплификац ия ДНК для анализа генетической информации	D. Флуоресцентны й микроскоп	4. Изучение экспрессии белков и меток в клетках	<p><b>Задание18</b> <i>Прочитайте задание и установите правильную последовательность этапов работы с биореактором:</i> 1.Подготовка среды для культивирования 2.Засев культуры 3.Стерилизация оборудования 4.Контроль параметров культивирования 5.Сбор и анализ продукта</p> <p><b>Ответ:</b></p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p><b>Правильный ответ</b></p> <table><tr><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>						3	1	2	4	5	<p><b>Задание 19</b> <i>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</i> Какие из перечисленных вычислительных методов применяются для анализа биологических данных? A) Машинное обучение B) Регрессионный анализ C) Тестирование гипотез D) Хроматография Ответ _____ Обоснование _____</p> <p><b>Правильный ответ:</b> A, B, C <b>Обоснование:</b> Машинное обучение, регрессионный анализ и статистическое тестирование гипотез — ключевые инструменты анализа данных. Хроматография — физико-химический метод разделения, не вычислительный.</p>	<p><b>Задание 20</b> <i>Прочитайте задание и кратко расскажите о значении вычислительных методов и моделей в биоинженерных технологиях.</i></p> <p><b>Эталонный ответ</b> Вычислительные методы помогают моделировать сложные биологические процессы, что сокращает время и затраты на эксперименты. Например: Молекулярное моделирование белков и взаимодействий лекарств с мишенями позволяет прогнозировать эффективность и безопасность. Анализ больших данных (big data) из геномных исследований помогает выявлять паттерны и биомаркеры. Математическое моделирование роста клеточных культур помогает оптимизировать условия культивирования. Таким образом, вычислительные технологии</p>
Оборудование	Область применения																							
A. Лазерный сканирующий микроскоп	1.Высокоточно е изображение клеточных структур																							
B. Центрифуга	2. Разделение клеток и биомолекул по плотности																							
C. PCR-термоциклер	3.Амплификац ия ДНК для анализа генетической информации																							
D. Флуоресцентны й микроскоп	4. Изучение экспрессии белков и меток в клетках																							
3	1	2	4	5																				

		<div>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</div> <table><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> <div>Правильный ответ</div> <table><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			повышают точность и скорость исследований			
A)	B)	C)	D)																					
A)	B)	C)	D)																					
1	2	3	4																					
<div>ИДК пк2.3</div> <div>Владеет статистическими методами обработки экспериментальн ых результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</div>	<div>Задание 21</div> <div>Прочитайте задание и установите соответствие между задачами управления исследовательским процессом и методами контроля</div> <div>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</div> <table><tr><th>Задача управления</th><th>Метод контроля</th></tr><tr><td>A. Мониторинг параметров среды</td><td>1.Использовани е датчиков pH, температуры и кислорода</td></tr><tr><td>B. Контроль хода эксперимента</td><td>2.Протоколиро вание и автоматический сбор данных</td></tr><tr><td>C. Обеспечение безопасности</td><td>3. Соблюдение правил биобезопасност и и работа в стерильных условиях</td></tr><tr><td>D. Анализ промежуточны х данных</td><td>4.Использовани е специализирова нных программ для обработки данных</td></tr></table>	Задача управления	Метод контроля	A. Мониторинг параметров среды	1.Использовани е датчиков pH, температуры и кислорода	B. Контроль хода эксперимента	2.Протоколиро вание и автоматический сбор данных	C. Обеспечение безопасности	3. Соблюдение правил биобезопасност и и работа в стерильных условиях	D. Анализ промежуточны х данных	4.Использовани е специализирова нных программ для обработки данных	<div>Задание 22</div> <div>Прочитайте задание и установите последовательность этапов проведения молекулярного моделирования белка:</div> <div>1.Сбор исходных данных о последовательности</div> <div>2.Построение модели</div> <div>3.Валидация модели</div> <div>4.Анализ взаимодействий</div> <div>5.Подготовка отчёта</div> <div>Ответ:</div> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <div>Правильный ответ</div> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>						1	2	3	4	5	<div>Задание 23</div> <div>Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор:</div> <div>При планировании эксперимента по культивированию клеток, какие параметры необходимо контролировать?</div> <div>A) Температура</div> <div>B) Концентрация глюкозы в среде</div> <div>C) Уровень радиации</div> <div>D) Кислородное насыщение</div> <div>Ответ: _____</div> <div>Обоснование _____</div> <div>Правильный ответ:</div> <div>A, B, D</div> <div>Обоснование:</div> <div>Температура, концентрация глюкозы и кислородный режим критически важны для жизнеспособности клеток. Уровень радиации не является типичным</div>	<div>Задание 24</div> <div>Прочитайте задание и опишите значение и основные принципы применения статистических методов в анализе экспериментальных данных в биоинженерии.</div> <div>Эталонный ответ</div> <div>Статистические методы позволяют объективно оценивать надежность и значимость полученных данных, выявлять закономерности и отличия между группами. Принципы включают выбор правильных тестов (t-тест, ANOVA, регрессия), контроль ошибок первого и второго рода, проверку нормальности данных и корректное представление результатов. Без статистического анализа трудно принимать обоснованные решения о результатах экспериментов и их применении в медицине</div>
Задача управления	Метод контроля																							
A. Мониторинг параметров среды	1.Использовани е датчиков pH, температуры и кислорода																							
B. Контроль хода эксперимента	2.Протоколиро вание и автоматический сбор данных																							
C. Обеспечение безопасности	3. Соблюдение правил биобезопасност и и работа в стерильных условиях																							
D. Анализ промежуточны х данных	4.Использовани е специализирова нных программ для обработки данных																							
1	2	3	4	5																				

		<p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><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><b>Правильный ответ</b></p> <table><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>параметром для контроля в стандартных культурах.</p>	
A	B	C	D.																		
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, ПК-2	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.

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 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. 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. Биопринтинг: технологии и перспективы 3D-печати органов
2. Современные биоматериалы для имплантатов: классификация и применение
3. Тканевая инженерия: создание искусственной кожи, костей и хрящей
4. Биосенсоры в диагностике: глюкометры, кардиосенсоры, носимые устройства
5. Нейроинтерфейсы и бионические протезы: взаимодействие человека и машин
6. Регенеративная медицина: восстановление органов и тканей
7. Генные технологии в медицине: возможности редактирования CRISPR/Cas9
8. Имплантируемые медицинские устройства: кардиостимуляторы, нейростимуляторы
9. Биосовместимость и иммунный ответ на искусственные материалы
10. Нанотехнологии в биомедицине: таргетная доставка лекарств и диагностика
11. Современные подходы к лечению диабета с помощью биоинженерных систем
12. Органы-на-чипе: микрофлюидные модели для тестирования лекарств
13. Функциональные каркасы (scaffolds) в тканевой инженерии
14. Персонализированная медицина и 3D-моделирование в хирургии
15. Этические и правовые аспекты биоинженерии в медицине
16. Инженерия стволовых клеток и перспективы их клинического применения
17. Биоинженерные подходы в восстановлении зрения и слуха
18. Использование искусственного интеллекта в биоинженерной диагностике
19. Биоразлагаемые имплантаты: принципы, примеры, вызовы
20. Будущее трансплантологии: от донорства к органам из лаборатории
21. Стромальные клетки -основа восстановительной терапии будущего.
22. Нутриентная коррекция возможных последствий генетического полиморфизма
23. Генная терапия наследственных заболеваний
24. Системы адресной доставки лекарств на основе нанотехнологий
25. Создание и применение биоразлагаемых имплантов

## Критерии оценивания устного доклада с презентацией

Оценка доклада осуществляется в соответствии 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, ПК-2	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. Дайте определение биоинженерным технологиям и охарактеризуйте их роль в современной медицине.

Ответ: Биоинженерные технологии — это совокупность методов и подходов, направленных на создание, модификацию или использование живых систем, биоматериалов и биомолекул для решения медицинских задач: диагностики, терапии, регенерации тканей и органов. Их роль заключается в персонализированной медицине, создании биопротезов, тканевой инженерии, 3D-биопечати.

2. Что такое биосовместимость?

Ответ: Способность материала взаимодействовать с тканями организма без токсических или иммунных реакций.

3. Какие биологические объекты используются в биоинженерных технологиях и почему?

Ответ: используются клетки млекопитающих (например, CHO), бактерии (*E. coli*), дрожжи, вирусные векторы, стволовые клетки. Выбор зависит от задачи: бактерии — для быстрого синтеза белков, клетки CHO — для получения белков с посттрансляционными модификациями.

4. Назовите методы культивирования клеток *in vitro* и области их применения.

Ответ: Методы культивирования клеток *in vitro*: Суспензионные культуры: клетки находятся в жидкой питательной среде, образуя взвесь; Монослойные (однослойные)

культуры: клетки прикрепляются к субстрату и образуют монослой; Промышленное культивирование в биореакторах.

5. Какие параметры жизнеспособности клеток оцениваются в биоинженерных экспериментах?

Ответ: оцениваются: 1. Метаболическая активность (MTT-тест) 2. Мембранная целостность (Trypan Blue); 3. Апоптоз/некроз (аннексин-V/PI); 4. Уровень ROS и митохондриальный потенциал

6. Как осуществляется отбор клонов при получении рекомбинантных клеток?

Ответ: используются маркеры устойчивости к антибиотикам, флуоресцентные маркеры, селективные среды, лимитирующее разведение. После отбора проводится скрининг на экспрессию целевого белка.

7. Каковы преимущества и недостатки использования вирусных векторов в генной терапии? Ответ: Преимущества: высокая эффективность доставки, стабильная экспрессия. Недостатки: иммуногенность, риск мутагенеза, ограниченный размер вставки.

8. Опишите принципы и назначение метода RT-qPCR в биомедицинских исследованиях.

Ответ: Метод обратной транскрипции с последующей количественной полимеразной цепной реакцией (RT-qPCR) позволяет определить уровень экспрессии определённых генов. Сначала мРНК обратной транскриптазой превращается в кДНК, затем амплифицируется в реальном времени с помощью флуоресцентных меток. Метод применяется для анализа экспрессии генов при заболеваниях, верификации эффективности терапии и оценки качества рекомбинантных продуктов.

9. Перечислите и охарактеризуйте ключевые этапы получения рекомбинантных белков.

Ответ: 1. Выделение гена интереса; 2. Вставка в вектор; 3. Трансформация в клеточную систему; 4. Экспрессия белка; 5. Очистка и анализ белка

10. Какие методы используются для очистки рекомбинантных белков и как выбрать оптимальный?

Ответ: Методы: 1. Аффинная хроматография (His-tag, GST); 2. Ионообменная хроматография; 3. Гель-фильтрация; Выбор зависит от: размеров белка, метки, степени чистоты, наличия примесей.

11. Сравните методы очистки белков: хроматография по аффинности и гель-фильтрация.

Ответ: Аффинная хроматография основана на специфичном связывании белка с лигандом на сорбенте (например, His-тег с никелем), обеспечивает высокую селективность. Гель-фильтрация разделяет белки по молекулярной массе: крупные молекулы выходят первыми. Она менее селективна, но подходит для финальной очистки.

12. Какая технология лежит в основе 3D-печати органов?

Ответ: Биопринтинг (трёхмерная печать клетками и биоматериалами).

13. Опишите методику 3D-биопечати и приведите её примеры использования.

Ответ: 3D-биопечать — это технология послойного создания тканей и органов из биочернил, содержащих клетки и матриксные компоненты. Используется для создания кожных трансплантатов, хрящей, прототипов органов.

14. Назовите один пример использования тканевой инженерии.

Ответ: Воссоздание кожи для пациентов с ожогами.



15. Что такое scaffold (скаффолд) в тканевой инженерии?  
Ответ: Биосовместимый каркас, на который подсаживаются клетки для формирования ткани.
16. Какой металл чаще всего используют в костных имплантатах?  
Ответ: Титан.
17. Что измеряет глюкозный биосенсор?  
Ответ: Уровень глюкозы в крови.
18. Назовите неинвазивный метод визуализации, безопасный при беременности.  
Ответ: Ультразвуковое исследование (УЗИ).
19. Какой метод визуализации основан на ядерном магнитном резонансе?  
Ответ: Магнитно-резонансная томография (МРТ).
20. Что такое биодеградируемый имплантат?  
Ответ: Имплантат, который постепенно разрушается и выводится из организма.
21. Что такое орган-на-чипе?  
Ответ: Микроскопическое устройство, моделирующее функции живого органа для тестирования лекарств.
22. Что такое нейроинтерфейс?  
Ответ: Устройство, обеспечивающее прямую связь между мозгом и внешними системами (например, протезами).
23. Какой биоматериал может быть использован для замены хряща?  
Ответ: Гидрогель.
24. Что означает аббревиатура ПЭТ в медицине?  
Ответ: Позитронно-эмиссионная томография.
25. Назовите одно применение нанотехнологий в медицине.  
Ответ: Таргетная доставка лекарств к опухолевым клеткам.
26. Какая технология позволяет редактировать гены?  
Ответ: CRISPR/Cas9.
27. Объясните принцип действия CRISPR/Cas9 и приведите медицинский пример.  
Ответ: CRISPR/Cas9 — технология редактирования генома, где направляющая РНК находит нужный участок ДНК, а фермент Cas9 вносит разрез. Пример: лечение серповидноклеточной анемии путём редактирования гена HBB.
28. Опишите основные этапы планирования эксперимента по редактированию генома с помощью CRISPR/Cas9.  
Ответ: Процесс включает: 1. Выбор целевого гена и анализ последовательности; 2. Проектирование направляющей РНК; 3. Подбор вектора доставки (плазмида, вирусный вектор); 4. Трансфекция клеток; 5. Отбор и анализ клонов (PCR, секвенирование); 6. Проверка экспрессии и функциональной активности
29. Как называется процесс вживления имплантата в кость?  
Ответ: Остеоинтеграция.
30. Что такое регенеративная медицина?  
Ответ: Направление медицины, связанное с восстановлением поврежденных тканей и органов.
31. Какие клетки часто используются в тканевой инженерии из-за их способности к дифференцировке?  
Ответ: Стволовые клетки.
32. Что такое индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (iPSC)? Опишите их значение.  
Ответ: iPSC — это соматические клетки, перепрограммированные в плюрипотентное состояние путём экспрессии факторов Oct4, Sox2, Klf4 и c-Мyc. Их значение в регенеративной медицине заключается в возможности получения аутологичных тканей без риска иммунного отторжения, а также моделирования заболеваний и скрининга лекарств.

33. Чем отличаются эмбриональные и взрослые стволовые клетки?

Ответ: Эмбриональные клетки плюрипотентны, способны дифференцироваться во все типы тканей. Взрослые клетки мультипотентные и ограничены типами дифференцировки. Эмбриональные вызывают больше этических споров.

34. Что такое биосенсор?

Ответ: Устройство, объединяющее биологический элемент (например, фермент) и физический датчик для определения физиологических параметров.

35. Что такое бионический протез?

Ответ: Протез, управляемый нейросигналами человека и имитирующий движения естественной конечности.

36. Какую роль выполняет коллаген в биоинженерных материалах?

Ответ: является структурным белком, обеспечивающим прочность и эластичность тканей; используется в качестве основы для создания биоматериалов.

37. В чем преимущество 3D-печати перед традиционными методами изготовления имплантатов?

Ответ: Возможность индивидуализации и точного моделирования под конкретного пациента.

38. Что такое остеокондуктивность материала?

Ответ: Способность материала поддерживать рост костной ткани вдоль своей поверхности.

39. Назовите одну из главных проблем при имплантации инородного материала в организм.

Ответ: Возможность отторжения или воспалительной реакции организма.

40. Опишите примеры клинического применения биоинженерных конструкций.

Ответ: 1. Искусственные кожные покровы при ожогах; 2. Трубчатые сосудистые трансплантаты; 3. Имплантаты хряща; 4. Биочипы для диагностики

41. Какова роль биоинформатики в проектировании биоинженерных конструкций?

Ответ: Биоинформатика помогает: 1. Моделировать белки и их взаимодействия; 2. Выбирать сайты редактирования генома; 3. Анализировать сиквенсы ДНК/РНК; 4. Предсказывать структуру белков (AlphaFold); 5. Использовать базы данных (BLAST, NCBI, PDB)

42. Перечислите биоинформационные ресурсы, используемые в медицинской биоинженерии.

Ответ: 1. UniProt-(белки); 2. NCBI Gene-(гены и транскрипты); 3. Ensembl-(геномика); 4. PDB (3D-структуры белков)

43. Опишите использование программных пакетов в моделировании биологических процессов (например, CellDesigner, COMSOL).

Ответ: CellDesigner используется для создания схем метаболических путей и их симуляции. COMSOL Multiphysics позволяет моделировать биомеханические свойства тканей, поведение имплантов и распределение лекарств. Эти инструменты позволяют проводить виртуальные эксперименты и оптимизировать конструкции до физического прототипа.

44. Как проводится контроль качества биомедицинских препаратов биоинженерного происхождения?

Ответ: Контроль включает: 1. Проверку чистоты (HPLC, электрофорез); 2. Биологическую активность (иммуноанализ, клеточные тесты); 3. Отсутствие загрязнений (бактериальные эндотоксины, ДНК); 4. Проверку стабильности и сроков хранения

45. Какие риски связаны с генной терапией?

Ответ: могут возникать: онкогенез, иммунный ответ, случайная интеграция в геном, непредсказуемый эффект. Эти риски требуют строгой клинической валидации.

46. Опишите подходы к анализу биомедицинских данных при создании новых терапевтических агентов.

Ответ: включают: 1. Статистические методы (ANOVA, t-тест, регрессия); 2. Машинное обучение для выявления закономерностей; 3. Кластерный анализ экспрессии генов; 4. Методы анализа «омиксных» данных (геномика, протеомика)

47. Как обеспечивается биобезопасность при работе с генетически модифицированными организмами (ГМО)?

Ответ: 1. Использование герметичных помещений (BSL уровни); 2. Учет и маркировка ГМО; 3. Обработка отходов (автоклавирование); 4. Стандарты и регламенты (например, СП 1.3.2322-08); 5. Обучение персонала

48. Какие этические вопросы возникают при использовании эмбриональных клеток?

Ответ: Основной вопрос — уничтожение эмбриона при получении клеток. Также важны вопросы информированного согласия, запрета на коммерциализацию, границ экспериментов.

49. Как анализируются и интерпретируются данные биоинженерных исследований с помощью статистики?

Ответ: применяются описательные статистики (среднее, стандартное отклонение), критерии значимости (t-тест, ANOVA), построение графиков, регрессионный анализ. Корректная статистическая интерпретация помогает доказать воспроизводимость и достоверность результатов.

50. Какие стадии проходят биоинженерные продукты до выхода на рынок и как осуществляется их регистрация?

Ответ: Стадии: 1. Научная разработка и прототипирование; 2. Пре-клинические испытания; 3. Клинические исследования (фазы I–III); 4. Регистрация в регуляторных органах (например, Росздравнадзор, EMA, FDA); 5. Постмаркетинговый мониторинг (фаза IV)

### **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, ПК-2	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;
- вопросы;
- решение.

Для ситуационных заданий обычно подбираются названия, которые отражают либо основное содержание ситуации, либо проблему, на решение которой ситуация направлена.

### **Задача 1: Генная инженерия в лечении заболеваний**

#### **Ситуация:**

В клинических испытаниях новый метод CRISPR используется для лечения серповидноклеточной анемии. Однако врачи обеспокоены возможными побочными эффектами, связанными с редактированием генома. Какие риски следует учитывать?

#### **Решение:**

- **Онкогенные риски:** Неправильное редактирование может привести к активации онкогенов. Необходимо точное таргетирование мутации.
- **Иммунный ответ:** Введение CRISPR-Cas9 может вызвать иммунную реакцию, поэтому важна индивидуальная подборка вирусных векторов.
- **Этические вопросы:** Генетические модификации могут затронуть последующие поколения, что требует строгого контроля.

Перед клиническим применением необходимо провести тщательные испытания на предмет непредвиденных мутаций и иммунных реакций.

### **Задача 2: Биопринтинг тканей**

#### **Ситуация:**

Исследовательская лаборатория работает над биопечатью кожи для пациентов с ожогами. Однако при печати обнаружены проблемы с приживлением трансплантированной ткани. Какие факторы нужно учитывать, чтобы улучшить интеграцию?

#### **Решение:**

- **Выбор биочернил:** Материал должен быть биосовместимым, содержать живые клетки и способствовать их пролиферации. Обычно используют гидрогели с фибробластами и кератиноцитами.
- **Сосудистая сеть:** Одной из главных проблем является обеспечение кровоснабжения. Можно использовать факторы роста (VEGF) для стимуляции ангиогенеза.
- **Структура:** нужно учитывать пористость и механические свойства напечатанной кожи, чтобы она соответствовала характеристикам живых тканей.

Для решения проблемы следует доработать состав биочернил и интегрировать методы ускоренной васкуляризации.

### Задача 3: Биосенсоры в диагностике

#### Ситуация:

Врач планирует использовать биосенсор для определения уровня глюкозы у пациентов с диабетом. Однако пациент жалуется, что инвазивные методы неудобны. Какие альтернативные технологии можно предложить?

#### Решение:

- **Непрерывный мониторинг (CGM):** Биосенсоры, вживленные под кожу, способны постоянно отслеживать уровень глюкозы.
- **Неинвазивные методы:** Оптические сенсоры, анализирующие уровень глюкозы через кожу, а также технологии с использованием пота или слезной жидкости.
- **Наночастицы:** Использование наноматериалов для быстрого и точного анализа без проколов.

Оптимальным вариантом является использование гибридных систем: например, носимых биосенсоров, работающих в реальном времени.

### Задача 4: Биоматериалы в имплантологии

#### Ситуация:

Пациенту требуется замена тазобедренного сустава. Врач рассматривает использование титанового сплава или керамического материала для импланта. Какой материал выбрать с учетом биосовместимости, прочности и долговечности?

#### Решение:

- **Титановые сплавы** обладают высокой прочностью, хорошей биосовместимостью, устойчивы к коррозии и имеют низкий вес. Однако их износ может привести к выделению микрочастиц, вызывающих воспаление.
- **Керамика** (например, оксид алюминия или циркония) устойчива к износу, биосовместима и имеет низкий коэффициент трения. Однако она хрупка и подвержена разрушению при ударных нагрузках.

Выбор зависит от возраста и активности пациента. Для молодых и активных пациентов предпочтительнее керамика, чтобы снизить износ. Для пожилых — титановый сплав, так как он более устойчив к механическим повреждениям.

#### Критерии оценки решения ситуационной задачи

Критерий	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, ПК-2	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		7-5	удовлетворительно

задаче, к оценке ситуации и определении ряда параметров в задании.			
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 (экзамен)

К экзамену 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 экзамена.

Экзамен проводится в форме **тестирования**. Примерный список вопросов для подготовки к выполнению тестовых заданий к экзамену см. в программе «Биоинженерные технологии в медицине».

#### Задания для тестирования

##### I. Тестовые задания на установление соответствия

###### Задание 1

*Прочитайте задание и установите соответствие между технологией и её назначением:*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Технология	Назначение
A. CRISPR/Cas9	1. Редактирование генома
B. 3D-биопечать	2. Формирование трёхмерных тканевых структур
C. Наночастицы в медицине	3. Таргетная доставка лекарств
D. Биочипы	4. Диагностика и скрининг генетических данных

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D.

**Правильный ответ**

A	B	C	D.
1	2	3	4

###### Задание 2

*Прочитайте задание: установите соответствие между биологическими объектами и их применением в медицинской биоинженерии:*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Объект	Применение
А. Мезенхимальные стволовые клетки	1.Регенерация хрящевой и костной ткани
В. Эмбриональные стволовые клетки	2. Получение любых дифференцированных клеток
С. Генномодифицированные бактерии	3. Синтез инсулина и других терапевтических белков
Д. Индуцированные плюрипотентные клетки (iPSC)	4.Персонализированная клеточная терапия

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 установите соответствие между задачами организации эксперимента и методами их реализации:*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Задача организации	Метод реализации
А. Обеспечение стерильности	1. Работа в ламинарном боксе и использование антисептиков
В. Автоматизация сбора данных	2. Использование специализированного программного обеспечения
С. Мониторинг параметров	3. Контроль температуры, влажности и pH в реальном времени
Д. Анализ статистической значимости	4. Применение статистических тестов для проверки гипотезы

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 соотнесите материал и его использование в медицине:*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Биоматериал	Применение
А. Гидроксиапатит	1. Остеоинтеграция и костная регенерация

В. PLA (полимолочная кислота)	2. Распадаемые шовные материалы и каркасы
С. Коллаген	3. Защита и регенерация мягких тканей
Д. Титан	4. Имплантаты для костной хирургии

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D.

**Правильный ответ**

A	B	C	D.
1	2	3	4

## Задание 5

*Прочитайте задание и установите соответствие между статистическими терминами и их значениями:*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Термин	Значение
А. Нормальное распределение	1. Колоколоподобная симметричная кривая
В. Выборка	2. Подмножество генеральной совокупности
С. Популяция	3. Генеральная совокупность
Д. Переменная	4. Измеряемая характеристика объекта

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D.

**Правильный ответ**

A	B	C	D.
1	2	3	4

## Задание 6

*Прочитайте задание и установите соответствие между методами вычислительной обработки и их назначением:*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Метод вычислительной обработки	Назначение
А. Кластерный анализ	1. Группировка данных для выявления сходств и различий
В. Биоинформатический анализ	2. Анализ биологических последовательностей и структур



C. Моделирование процессов	3. Воспроизведение биологических процессов в компьютерных моделях
D. Регрессионный анализ	4. Определение зависимости между переменными

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D.

**Правильный ответ**

A	B	C	D.
1	2	3	4

## Задание 7

*Прочитайте задание и установите соответствие между терминами и их функциями в статистическом анализе*

*К каждой позиции, данной в левом столбце. Подберите соответствующую позицию из правого столбца:*

Термин	Назначение
A. p-значение	1. Уровень значимости результата
B. Доверительный интервал	2. Диапазон, в котором с заданной вероятностью лежит параметр
C. Альфа-уровень	3. Максимальный уровень ошибки
D. Нулевая гипотеза	4. Утверждение об отсутствии эффекта

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 и установите хронологию развития ключевых технологий биоинженерии в медицине:*

- A. Внедрение 3D-биопечати
- B. Разработка диализных аппаратов
- C. Создание первых биосовместимых имплантатов
- D. Применение технологии CRISPR/Cas

Ответ

--	--	--	--

**Правильный ответ**

B	C	A	D
---	---	---	---

**1. Установите правильную последовательность этапов получения рекомбинантного белка в системе экспрессии.**

1. Очистка белка
2. Клонирование гена в вектор
3. Экспрессия белка в клеточной системе
4. Выделение мРНК и синтез кДНК
5. Трансформация клетки-хозяина

Ответ

--	--	--	--	--

**Правильный ответ:**

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

## Задание 9

*Прочитайте задание и установите правильную последовательность этапов редактирования генома с использованием технологии CRISPR/Cas9:*

- A. Разрез ДНК в заданной точке
- B. Введение комплекса CRISPR/Cas9 в клетку
- C. Выбор и синтез направляющей РНК
- D. Репарация ДНК клеткой (вставка, замена, удаление гена)

Ответ

--	--	--	--

**Правильный ответ**

C	B	A	D
---	---	---	---

## Задание 10

*Прочитайте задание и установите этапы разработки медицинского нанопрепарата:*

- A. Модификация поверхности наночастиц для адресной доставки
- B. Определение цели и механизма действия
- C. Оценка биосовместимости и токсичности
- D. Загрузка лекарственного вещества в наноструктуру

Ответ

--	--	--	--

**Правильный ответ**

B	D	A	C
---	---	---	---

## Задание 11

*Прочитайте задание и расположите в правильной последовательности стадии проведения генной терапии:*

- A. Доставка терапевтического гена в клетки
- B. Разработка вектора (например, вирусного)

- C. Введение генно-модифицированных клеток пациенту  
D. Выделение клеток-мишеней

Ответ

--	--	--	--

Правильный ответ

D	B	A	C
---	---	---	---

## Задание 12

Прочитайте задание и установите правильную последовательность этапов проведения PCR-анализа:

1. Денатурация ДНК
2. Аннеалинг (отжиг) праймеров
3. Расширение цепи полимеразой
4. Подготовка реакционной смеси
5. Анализ результатов

Ответ

--	--	--	--	--

Правильный ответ:

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

## Задание 13

Прочитайте задание и упорядочите этапы статистического анализа биомедицинского эксперимента

- A. Анализ результатов  
B. Ввод данных  
C. Проверка на нормальность  
D. Выбор метода

Ответ

--	--	--	--

Правильный ответ:

B	C	D	A
---	---	---	---

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

## Задание 14

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

**Что является основным преимуществом использования стволовых клеток в регенеративной медицине?**

- A) Их способность к образованию опухолей
- B) Возможность дифференцировки в различные типы клеток
- C) Низкая стоимость получения
- D) Прямое использование без предварительной обработки

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ: B**

Аргументация:

Стволовые клетки способны превращаться в клетки различных тканей, что делает их незаменимыми в восстановлении органов. Остальные утверждения некорректны или вторичны.

## Задание 15

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

**Какой метод позволяет наиболее точно редактировать отдельные гены человека?**

- A) Электрофорез
- B) ELISA
- C) CRISPR/Cas9
- D) Масс-спектрометрия

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ: C**

Аргументация:

CRISPR/Cas9 — это технология направленного генного редактирования, в отличие от аналитических методов вроде масс-спектрометрии или электрофореза.

## Задание 16

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

**К преимуществам 3D-биопечати органов и тканей относятся:**

- A) Персонализация медицинской помощи
- B) Высокая стоимость и сложность технологии
- C) Снижение потребности в донорских органах
- D) Возможность быстрой замены поврежденного органа
- E) Универсальность для всех пациентов без учёта иммунной совместимости

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ: A, C, D**

Аргументация:

3D-печать позволяет создавать ткани под конкретного пациента, снижает дефицит

донорства и ускоряет замену повреждений. Однако иммунная совместимость остаётся важной, а высокая стоимость — это недостаток, а не преимущество.

## Задание 17

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

**Какое преимущество имеют индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (iPS-клетки) по сравнению с эмбриональными?**

- А) Могут использоваться только в онкологии
- Б) Не вызывают иммунного отторжения при трансплантации
- В) Не требуют соблюдения этических норм
- Г) Получаются из тканей животных

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:** Б. Не вызывают иммунного отторжения при трансплантации

**Аргументация:** iPS-клетки получают из собственных клеток пациента, что снижает риск иммунного ответа и устраняет этические споры

## Задание 18

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

**Какую роль играют биоматериалы в 3D-биопечати органов?**

- А) Увеличивают эффективность нанотерапии
- Б) Обеспечивают электропроводность протезов
- В) Служат каркасом для клеток и создают условия для роста тканей
- Г) Используются для хранения биоинформации

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:** В) Служат каркасом для клеток и создают условия для роста тканей

**Аргументация:** Биоматериалы (гидрогели, полимеры) применяются как матрица, обеспечивая механическую поддержку и питание клеток в процессе биопечати.

## Задание 19

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

**Какие характеристики важны для терапевтического белка при его разработке?**

- А) Иммуногенность
- В) Стабильность
- С) Биодegradация за 10 минут
- Д) Биологическая активность

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:** А, В, D

Аргументация: Белок должен быть стабильным, активным и обладать контролируемой иммуногенностью. Слишком быстрая деградация — недостаток.

## **Задание 20**

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

**Какой программный инструмент чаще всего используется в биоинженерных расчетах и визуализации 3D-структур белков?**

- A) MATLAB
- B) PyMOL
- B) SPSS
- Г) CorelDRAW

Ответ: \_\_\_\_\_

Аргументация \_\_\_\_\_

**Правильный ответ:** Б

Аргументация: PyMOL — специализированный инструмент для визуализации молекулярных структур.

## **IV. Тестовые задания открытого типа с развернутыми ответами**

### **Задание 21**

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Опишите основные проблемы и перспективы развития биоинженерных технологий в медицине.**

**Ожидаемый ответ:**

Проблемы:

- Технические сложности создания полноценных функциональных органов.
- Этические вопросы использования стволовых клеток и генетической модификации.
- Высокая стоимость исследований и производства.

Перспективы:

- Разработка персонализированной медицины на основе генных данных.
- Создание биоимплантов и органов для трансплантации без риска отторжения.
- Улучшение методов диагностики и терапии с помощью биосенсоров и нанотехнологий.

Биоинженерия продолжит интегрироваться в клиническую практику, значительно расширяя возможности медицины.

### **Задание 22**

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Оцените роль 3D-биопечати в создании искусственных органов. Какие проблемы ещё предстоит решить?**

**Ожидаемый ответ:**

3D-биопечать позволяет создавать каркасы и тканевые структуры, близкие к естественным органам. Она персонализирует лечение, снижает потребность в донорах, ускоряет регенерацию.

Однако сохраняются проблемы:

- Создание сложной сосудистой сети;
- Поддержание жизнеспособности клеток;
- Интеграция с нервной системой;
- Контроль за механическими свойствами и стабильностью органа после имплантации.

## **Задание 23**

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Опишите преимущества и ограничения использования биосовместимых материалов в медицине.**

**Ожидаемый ответ:**

Преимущества:

- Не вызывают иммунного отторжения;
- Поддерживают клеточную адгезию и рост;
- Биodeградируемы (разрушаются без токсичности);
- Могут быть индивидуализированы (3D-печать).

Ограничения:

- Ограниченные механические свойства;
- Возможность микробной контаминации;
- Не всегда совместимы с окружающими тканями в долгосрочной перспективе;
- Сложности с массовым производством и стандартизацией

## **Задание 24**

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Объясните роль биореакторов в биоинженерных технологиях и перечислите основные параметры, которые контролируются в процессе культивирования клеток.**

**Ожидаемый ответ:**

Биореактор — это устройство, обеспечивающее контролируемые условия для выращивания клеточных культур и микроорганизмов. В биоинженерии он позволяет оптимизировать процессы синтеза биопрепаратов и тканей. Основные параметры контроля включают:

- Температуру (для оптимального метаболизма клеток)
- pH среды (для поддержания жизнеспособности)
- Газовый состав (кислород и углекислый газ)
- Влажность и осмотическое давление
- Механическое перемешивание для равномерного распределения питательных веществ

Точный контроль этих параметров способствует высокой продуктивности и качеству получаемых продуктов.

## Задание 25

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Объясните, в каких случаях в биомедицинских исследованиях применяют t-критерий Стьюдента. Приведите пример и опишите алгоритм расчёта.**

**Ожидаемый ответ:**

t-критерий Стьюдента используется для сравнения средних значений двух независимых выборок при условии нормального распределения. Пример: сравнение концентрации белка в плазме крови до и после терапии у двух групп пациентов. Алгоритм: 1) Проверка нормальности распределения (например, по Шапиро–Уилку); 2) Проверка равенства дисперсий (тест Левена); 3) Расчёт t-значения; 4) Сравнение с критическим значением или p-уровнем значимости.

## Задание 26

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Что такое ROC-кривая и как она используется для оценки диагностических тестов в биоинженерии?**

**Ожидаемый ответ:**

ROC-кривая отображает чувствительность и специфичность теста при разных порогах отсечки. Позволяет оценить точность диагностического метода. Площадь под кривой (AUC) показывает информативность теста:  $AUC = 0.5$  — случайное угадывание;  $AUC \geq 0.9$  — высокая точность

## Задание 27

*Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ:*

**Объясните, почему стерильность является критическим фактором при работе с биоинженерными технологиями в медицине**

**Ожидаемый ответ:**

Стерильность необходима для предотвращения контаминации микробами, которые могут нарушить рост клеточных культур или привести к порче биопродуктов. Несоблюдение стерильных условий может привести к ложным результатам экспериментов, снижению эффективности препаратов и риску инфицирования пациента. В биоинженерных технологиях используются ламинарные боксы, автоклавы и строгие протоколы стерилизации, чтобы гарантировать безопасность и качество продукции.

### Критерии оценки результатов тестирования

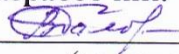
№	Тип задания	Критерии оценки	Результат оценивания
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл. Совпадение более половины 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, ПК-2	5	отлично
71 % - 85 %		4	хорошо
51 % - 70 %		3	удовлетворительно
0 % - 50 %		2	неудовлетворительно

Разработчик:

  
(подпись)

профессор

В.П. Саловарова