Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий устойчивого развития
_____ А.В. Феоктистов
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы производства материалов биотехнических систем

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
(направленность (профиль): «Материалы и технологии в биотехнических системах»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 3ac043361902970c9a538ca69a96ec6362b22b98
Владелец: Директор ИЭиМ Феоктистов Андрей Владимирович
Действителен: с 13 ноября 2025 г. по 6 февраля 2027 г.
Дата и время: 13-11-2026 09:09:12 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение обучающимися знаний об основах производства материалов биотехнических систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

– сформировать у обучающихся представление о строении материалов биотехнических систем, их физико-механических и технологических свойствах, а также областях их применения;

– изучение основных технологических процессов производства, обработки материалов биотехнических систем;

– освоение знаний о взаимосвязи между составом, строением и свойствами материалов биотехнических систем.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Информационные технологии;
– Физика;
– Химия;
– Физическое материаловедение.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Экология;
– Метрология;
– Материаловедение.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Инженерный анализ и проектирование	ОПК-1: Способен применять естественнонаучные	ОПК-1.3 Применяет общеинженерные знания в	– знать: естественнонаучные и общеинженерные

	и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	инженерной деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем	знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем. – уметь: применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем.
Использование информационных технологий	ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Принимает обоснованные технические решения в профессиональной деятельности	– знать: современные информационные технологии. – уметь: обосновано применять современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия,

практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***103***	*103*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Вводная информация по дисциплине. Характеристика материалов биотехнических систем (Общие свойства материалов. Классификация материалов. Механические свойства материалов. Химические, электрические, магнитные свойства материалов. Применение материалов в медико-биологической практике);

Раздел 2 Основы производства материалов биотехнических систем (Металлы и сплавы, применяемые в биотехнических системах. Их классификация. Строение и кристаллизация металлов и сплавов. Основные типы сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Производство сплавов и их термическая и химико- термическая обработка);

Раздел 3 Материалы в биотехнических системах и их применение (Свойства, классификация и маркировка конструкционных биоматериалов. Применение цветных металлов и сплавов в биотехнических системах. Эластомеры. Стекло. Керамика. Алмазные материалы. Наноматериалы. Технология конструкционных биоматериалов. Обработка материалов давлением, резанием).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Вводная информация по дисциплине. Характеристика материалов биотехнических систем	4	
Раздел 2.	Основы производства материалов биотехнических систем	8	
Раздел 3.	Материалы в биотехнических системах и их применение	4	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Свойства материалов биотехнических систем	4	
Раздел 2.	Строение и кристаллизация металлов и сплавов	8	
Раздел 3.	Материалы, применяемые в биотехнических системах	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	35	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	35	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	33	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**112**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Реферат; 5. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Реферат; 5. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1;	1. Вопросы для устного

	ОПК-4	обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Реферат; 5. Тестовые задания
Зачет.	ОПК-1; ОПК-4	1. Зачет на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного

ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; реферат; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию реферата

Написание реферата предполагает глубокое изучение обозначенной проблемы.

Критерии оценки реферата

Наименование параметра оценки	Оценка
Выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность,	отлично

Наименование параметра оценки	Оценка
сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, достигнуто пороговое значение оригинальности реферата.	
Основные требования к реферату выполнены, в том числе достигнуто пороговое значение оригинальности реферата, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются недочеты в оформлении.	хорошо
При достигнутом пороговом значении оригинальности реферата имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема реферата освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата.	удовлетворительно
Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание в содержании проводимого исследования, невыполнение порогового значения оригинальности реферата (превышение объема некорректных заимствований).	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачет на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше четырех с половиной баллов, выполнил все задания и посещал более 60% аудиторных занятий.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он неуверенно отвечал, допускал серьезные ошибки при изложении ответов на устные вопросы при опросах, не подтвердил освоение программного материала и выполнил тестовые задания на среднюю оценку ниже трех баллов.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Физика с элементами биофизики : учебник / Е.Д. Эйдельман - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 512 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html (дата обращения: 12.11.2026);

2 Медицинская и биологическая физика : учебник / Ремизов А.Н. - 4-е изд., испр. и перераб. - Москва : ГЭОТАРМедиа, 2013. – 648 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424841.html (дата обращения: 12.11.2026);

3 Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие / Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 336 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970426777.html (дата обращения: 12.11.2026);

4 Общая химическая технология: учебное пособие / Закгейм А.Ю. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2012. – 304 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html (дата обращения: 12.11.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL:

http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную доской (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Составитель(и):

доцент Строкина Ирина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Заместитель главного врача
Новокузнецкой городской
клинической больницы №29, к.м.н. Баховудинов А.Х.

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. В каком агрегатном состоянии может находиться любое вещество?

1) в твердом, жидком, газообразном, плазма
2) кристаллическом
3) аморфном
4) сверхпластичном
5) хрупком

2. Влияние изменений, которые происходят в равновесной химической системе под влиянием внешних воздействий, определяется

1) принципом ЛеШателье
2) принципом квазистационарности
3) правилом Вант-Гоффа
4) правилом фаз Гиббса

3. Какие реакции называются гомогенными?

1) между веществами, находящимися в одной фазе
2) реакции, протекающие на поверхности раздела фаз
3) продукты реакции и исходные вещества находятся в одной фазе
4) продукты реакции и исходные вещества находятся в разных фазах

4. 7. Сколько составляет объем одного моль газа?

1) 22,4 литра
2) 1 литр
3) 44,8 литра
4) 0,1 литр

5. Кто открыл закон сохранения массы вещества?

1) Амадео Авогадро
2) Ломоносов М.В.
3) Гиббс Д.У.
4) Менделеев Д.И.

6. Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронах.

2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке.

3) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

4) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

7. Среди перечисленных веществ к сложным веществам относится:

1) ацетон

2) аргон

3) ксенон

4) озон

8. Как называется наименьшая частица вещества, обуславливающая его свойства?

1) Атом

2) Ядро

3) Молекула

4) Ион

9. Что является продуктами в процессе обогащения полезных ископаемых?

1) Хвосты, в котором содержание ценных компонентов отсутствует;

2) Концентрат с содержанием ценных компонентов выше, чем в исходном сырье и хвосты;

3) Концентрат с содержанием ценных компонентов ниже, чем в исходном сырье и хвосты.

10. Что такое шлак?

1) это сплав сульфидов;

2) это сплав силицидов;

3) это сплав оксидов.

11. Алюминиевые сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью. Почему?

1) Из-за присутствия в сплавах Cu;

2) Из-за образования на поверхности изделий защитной пленки из Al_2O_3;

3) Из-за присутствия в сплавах Si.

12. Что такое пирометаллургические процессы?

1) Это процессы, происходящие при низких температурах;

2) Это процессы, происходящие при средних температурах без расплавления материала;

3) Это процессы, происходящие при высоких температурах, в основном, с расплавлением материала.

13. Гидрометаллургические процессы – это:

1) процессы, проводимые в жидких средах при температурах более 300 ^{0}C;

2) процессы, проводимые в жидких средах при температурах не более 300 ^{0}C;

3) процессы, проводимые в газовых средах при температурах не более 300 ^{0}C.

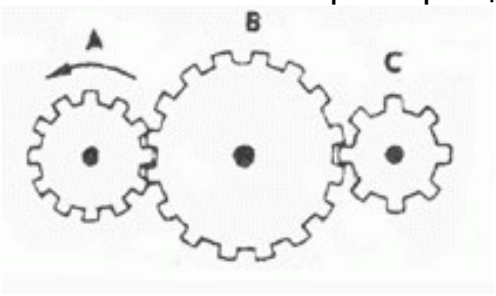
14. Единица измерения количества вещества?

1) кг
2) моль
3) количество молекул
4) л

15. Укажите молекулярную формулу этана:

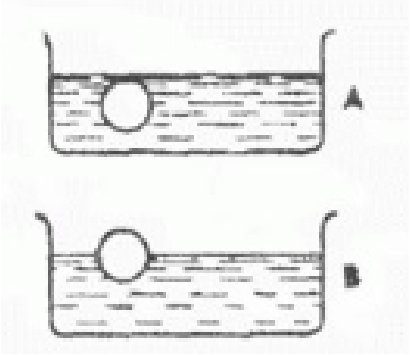
1) CH,
2) C_2H_4
3) C_2H_6,
4) CH_4.

16. Какая из шестерен вращается быстрее?



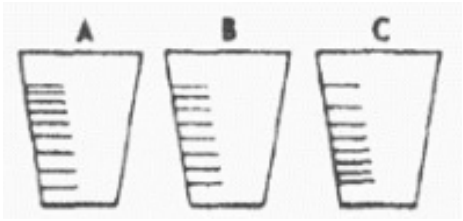
1) Шестерня A,
2) Шестерня B,
3) Шестерня C.

17. Одинаковый ли плотности заполнены емкости или одна из жидкостей более плотная, чем другая (шары одинаковые)?



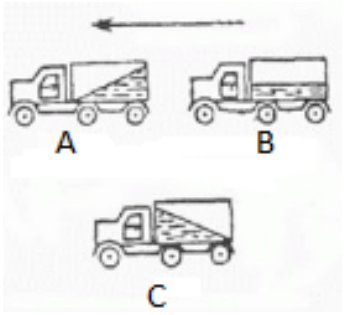
1) Обе жидкости одинаковые по плотности;
2) Жидкость А плотнее;
3) Жидкость В плотнее.

18. На какой емкости правильно нанесены риски, обозначающие равные объемы?



1) На емкости А,
2) На емкости В,
3) На емкости С.

19. Какая из машин с жидкостью в бочке тормозит?



1) Машина А;
2) Машина В;
3) Машина С.

20. Назовите исходные материалы для получения чугуна.
1) железная руда, топливо, флюс
2) железная руда, кокс
3) железная руда и руды цветных металлов
4) железная руда и пустая порода
5) железная руда, магнезит

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Вводная информация по дисциплине. Характеристика материалов биотехнических систем

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:
1 Перечислите свойства материалов.
2 Классификация материалов в биотехнических системах.
3 Методы определения свойств материалов.

4 Механические свойства материалов.

5 Какие металлы обладают биологической совместимостью?

Раздел 2. Основы производства материалов биотехнических систем

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Металлы и сплавы. Классификация.

2 Виды обработок полученных металлов и сплавов.

3 Железоуглеродистые сплавы: структура, свойства, классификация, маркировка и применение.

4 Сплавы на основе меди: классификация, маркировка и применение.

5 Сплавы на основе алюминия: классификация, маркировка и применение.

Раздел 3. Материалы в биотехнических системах и их применение

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Неметаллические материалы: классификация, свойства и применение.

2 Композиционные материалы: классификация, свойства и применение.

3 Алмазные материалы.

4 Материалы с эффектом сверхпроводимости.

5 Наноматериалы.

Подготовка реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1 Материалы с эффектом сверхпроводимости.

2 Технология конструкционных биоматериалов. Обработка материалов давлением.

3 Получение порошковых изделий.

4 Свойства живых тканей.

5 Технология конструкционных биоматериалов. Высокоэнергетические методы обработки. Нанесение покрытий.

6 Механические свойства биологических тканей и жидкостей.

7 Материалы и покрытия для внутритканевого протезирования.

8 Эндопротезы в ортопедии, стоматологии.

9 Совместимость материалов.

10 Акустические свойства живых тканей.

11 Эндопротезы кровеносных сосудов.

12 Материалы для эндоваскулярной хирургии.

13 Биодеструктурируемые эдопротезы.

14 Материалы для экзопротезов.

15 Методы нанесения биосовместимых покрытий на изделия медицинского назначения.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО
СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования.

Раздел 1. Вводная информация по дисциплине. Характеристика материалов биотехнических систем

1 Что понимается под биосовместимостью материала в биотехнических системах (БТС)? Выберите один правильный ответ.

а) Способность материала полностью растворяться в организме в течение 24 часов;

б) Способность материала выполнять заданную функцию с соответствующим откликом организма хозяина в конкретной области применения;

в) Абсолютная химическая инертность материала при любых температурах и давлениях;

г) Способность материала проводить электрический ток без нагрева окружающих тканей.

2 Какой из перечисленных металлов обладает наивысшей коррозионной стойкостью и биоинертностью благодаря стабильной оксидной пленке?

а) Титановый сплав Ti-6Al-4V;

б) Латунь Л63;

в) Углеродистая сталь Ст3;

г) Чистый магний марки Мг90

3 Какие материалы называют биорезорбируемыми (биодеградируемыми)?

а) Материалы, которые не изменяют своих свойств на протяжении всей жизни пациента;

б) Материалы, которые постепенно разрушаются в биологической среде с выведением или метаболизмом продуктов распада без токсического эффекта;

в) Материалы, применяемые исключительно для наружных датчиков ЭКГ;

г) Материалы, способные выдерживать стерилизацию только гамма-излучением.

4 Выберите три основные группы биоматериалов согласно классификации Л. Хенча по характеру взаимодействия с живыми тканями:

а) Биоинертные материалы;

б) Биоактивные материалы;

в) Биорезорбируемые материалы;

г) Ферромагнитные материалы;

д) Сверхпроводящие материалы.

5 Какие материалы применяются для изготовления рабочих поверхностей имплантируемых стимулирующих электродов (например, для кардиостимуляторов и кохлеарных имплантов)?

а) Платина и платино-иридиевые сплавы (Pt-Ir);

б) Нитрид титана (TiN);

в) Оксид иридия (IrOx);

г) Химически чистая медь;

д) Фторопласт (ПТФЭ).

6 Установите соответствие между типом биоматериала и характерной реакцией окружающих тканей после имплантации:

Элемент / Материал	Характеристика / Применение
1. Токсичный материал	А. Формирование тонкой фиброзной (соединительнотканной) капсулы вокруг имплантата без химической связи
2. Биоинертный материал	Б. Гибель окружающих клеток и некроз тканей
3. Биоактивный материал	В. Постепенное замещение материала вновь образованной собственной тканью организма
4. Биорезорбируемый материал	Г. Образование прочной химической связи на границе

	«материал — ткань» без фиброзной капсулы

Ответ запишите в виде: 1-А...

7 Расположите в хронологическом порядке основные этапы реакции организма на имплантацию инородного биоинертного тела:

1) Хроническое воспаление, активация макрофагов и образование гигантских клеток инородных тел;

2) Адсорбция белков плазмы крови на поверхности имплантата (секунды — минуты);

3) Острое воспаление и миграция нейтрофилов в зону повреждения;

4) Формирование зрелой фиброзной капсулы вокруг имплантата.

5) Образование грануляционной ткани и васкуляризация;

8 Дополните определение.

Способность сплава никелида титана (нитинола) восстанавливать заданную геометрическую форму при нагреве выше критической температуры мартенситного превращения называется _____.

9 Какое свойство является критически важным для материалов, контактирующих непосредственно с кровотоком (сосудистые стенты, клапаны сердца)?

а) Высокая пористость и шероховатость поверхности;

б) Гемосовместимость (тромборезистентность и отсутствие гемолиза);

в) Высокая магнитная восприимчивость;

г) Способность к быстрому набуханию в плазме крови.

10 Выберите несколько правильных вариантов ответа. Укажите синтетические биорезорбируемые полимеры, широко используемые для создания рассасывающихся шовных нитей и матриксов в тканевой инженерии:

а) Полилактид (PLA);

б) Полигликолид (PGA);

в) Поликапролактон (PCL);

г) Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (UHMWPE);

д) Полиметилметакрилат (ПММА).

11 Установите соответствие между материалом и его типичной областью применения в биотехнических системах:

Элемент / Материал	Характеристика / Применение
1. Нитинол (TiNi)	А. Вкладыши пар трения в эндопротезах

	тазобедренного и коленного суставов
2. Пиролитический углерод	Б. Самораскрывающиеся сосудистые стенты и ортодонтические дуги
3. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (UHMWPE)	В. Поверхностные биопотенциальные электроды для регистрации ЭКГ и ЭЭГ
4. Хлорсеребряный электрод (Ag/AgCl)	Г. Створки искусственных механических клапанов сердца

Ответ запишите в виде: 1-А...

12 Установите правильную последовательность стадий гидролитической биодеградации синтетического полимерного имплантата (например, из полилактида):

1) Диффузия молекул воды в объем полимерного материала и его набухание;

2) Гидролитический разрыв сложноэфирных связей и снижение молекулярной массы полимера;

3) Потеря механической прочности и фрагментация (потеря массы) конструкции;

4) Растворение олигомеров и мономеров (молочной кислоты) в тканевой жидкости;

5) Метаболизм продуктов распада в цикле Кребса с выведением в виде CO_2 и H_2O.

13 Дополните определение: Процесс самопроизвольного разрушения металлических имплантатов вследствие электрохимического взаимодействия с агрессивной биологической средой организма называется _____.

14 Почему чистый ванадий и алюминий в свободном виде считаются токсичными, но сплав Ti-6Al-4V широко разрешен для изготовления имплантатов? Дайте краткий ответ.

15 К какой группе биоматериалов относится гидроксиапатит $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$?

а) Биоинертные эластомеры;

б) Биоактивная керамика, способная образовывать прямую химическую связь с костной тканью;

в) Токопроводящие полимеры;

г) Металлы с эффектом памяти формы.

16 Какие факторы усиливают коррозию металлических имплантатов в биологической среде организма?

а) Наличие ионов хлора (Cl^-) в межклеточной жидкости и плазме крови;

б) Механические циклические нагрузки (коррозионная усталость и фреттинг);

в) Контакт двух разнородных металлов с разными электродными потенциалами (гальваническая коррозия);

г) Снижение температуры тела до 36,6 °C;

д) Нанесение плотного пассивирующего покрытия из оксида титана.

17 Установите соответствие между функциональным элементом биотехнической системы и материалом для его изготовления:

Элемент / Материал	Характеристика / Применение
1.Пьезоэлектрический преобразователь датчика УЗИ	А. Кварцевое стекло или полиметилметакрилат (ПММА)
2. Оптическое волокно эндоскопа	Б. Цирконат-титанат свинца (ЦТС / PZT)
3. Мембрана амперометрического глюкозного сенсора	В. Пермендюр или никелевые сплавы
4. Магнитострикционный сердечник излучателя	Г. Полупроницаемый полиуретан или целлюлозная пленка с иммобилизованной глюкозооксидазой

Ответ запишите в виде: 1-А...

18 Расположите следующие материалы в порядке ВОЗРАСТАНИЯ их модуля Юнга (от наиболее эластичного к наиболее жесткому):

А) Медицинский силикон (~0,001–0,05 ГПа);

Б) Нативная кортикальная кость человека (~15–20 ГПа);

В) Кобальт-хромовый сплав Co-Cr-Mo (~210–230 ГПа);

Г) Оксид алюминия Al_2O_3 (биокерамика, ~380 ГПа).

Д) Титановый сплав Ti-6Al-4V (~110 ГПа);

19 Краткий ответ. В чем заключается основное преимущество пористых биокерамических и металлических покрытий (например, на основе титана или гидроксиапатита) на поверхности бесцементных эндопротезов?

20 В чем заключается явление «экранирования напряжений» (stress shielding) при установке металлического эндопротеза сустава?

а) В разрушении имплантата под действием ультразвука;

б) В резорбции (истончении) костной ткани из-за того, что жесткий металлический имплантат принимает на себя основную механическую нагрузку;

в) В электрическом пробое изоляции кардиостимулятора;

г) В нагреве имплантата при проведении МРТ.

21 Какой полимер традиционно используется в качестве диэлектрической оболочки имплантируемых электродов и катетеров благодаря высокой эластичности и биостабильности? Выберите все неправльные ответы.

а) Полилактид (PLA);

б) Медицинский силикон (полидиметилсилоксан);

в) Поливиниловый спирт;

г) Целлюлоза.

22 Какой метод стерилизации НЕ рекомендуется применять для большинства термопластичных полимеров с низкой температурой размягчения (например, полигликолида)?

а) Стерилизация оксидом этилена;

б) Паровая стерилизация в автоклаве при температуре 121–134 °C;

в) Радиационная стерилизация (гамма-излучение);

г) Плазменная стерилизация пероксидом водорода.

23 Какие требования предъявляются к материалам для изготовления корпусов активных имплантируемых медицинских изделий (кардиостимуляторов, нейростимуляторов)? Выберите правильные ответы.

а) Герметичность и непроницаемость для биологических жидкостей и газов;

б) Высокая коррозионная стойкость и биосовместимость;

в) Возможность лазерной сварки для герметизации корпуса;

г) Высокая скорость биодеградации в течение 6 месяцев;

д) Максимально высокая электропроводность наружной поверхности без изоляции.

24 Установите соответствие между характеристикой материала и ее физическим смыслом при проектировании БТС:

Элемент / Материал	Характеристика / Применение
1. Модуль Юнга (модуль упругости)	А. Характеризует гидрофильность или гидрофобность поверхности материала
2.Предел выносливости (усталостная прочность)	Б. Определяет сопротивление прохождению переменного биоэлектрического сигнала при съеме или стимуляции
3. Угол смачивания (краевой угол)	В. Характеризует жесткость материала и его способность сопротивляться упругой деформации
4. Импеданс границы «электрод — электролит»	Г. Определяет способность материала выдерживать миллионы циклов переменной нагрузки без разрушения

Ответ запишите в виде: 1-А...

25 Практическая производственная задача.

При разработке имплантируемого нейростимулятора требуется выбрать материалы для трех конструктивных узлов: 1) герметичный корпус блока электроники; 2) изоляция гибкого токоведущего кабеля; 3) стимулирующий контактный электрод. Предложите оптимальный материал для каждого узла и кратко обоснуйте выбор.

Раздел 2. Основы производства материалов биотехнических систем

1 Какой технологический метод используется для получения пористых титановых имплантатов с заданной трехмерной архитектурой непосредственно по цифровой 3D-модели?

А) Горячая объемная штамповка

Б) Селективное лазерное сплавление (SLM)

В) Центробежное литье в песчаные формы

Г) Холодное волочение проволоки

2 Какие технологические требования обязательны при синтезе полимеров медицинского назначения (например, полилактида или полиуретана)? Выберите несколько правильных вариантов ответа.

А) Использование катализаторов, не содержащих токсичных тяжелых металлов (например, отказ от соединений олова в пользу цинка или органических катализаторов)

Б) Добавление промышленных пластификаторов на основе фталатов для повышения гибкости

В) Глубокая очистка полимера от остаточных мономеров и растворителей

Г) Проведение синтеза в условиях контролируемой чистоты (чистые помещения) для исключения пирогенных загрязнений

3 Вставьте пропущенный термин: «Метод электрохимической обработки вентильных металлов (титана, циркония, магния) в электролите под высоким напряжением в режиме микродуговых разрядов для формирования прочного пористого оксидного покрытия называется _____».

4 Установите соответствие между технологией производства материала и ее основным физико-химическим принципом:

Технология производства	Физико-химический принцип
1. Золь-гель синтез биокерамики	А) Конденсация распыленных частиц порошка в высокотемпературной газовой струе на поверхности подложки

2. Плазменное напыление гидроксиапатита	Б) Переход коллоидного раствора в гель с последующей сушкой и термообработкой при умеренных температурах
3. Электроспиннинг (электроформование)	В) Вытягивание ультратонких полимерных волокон из раствора или расплава под действием электростатических сил
4. Лиофильная сушка (сублимация)	Г) Удаление растворителя из замороженного полимерного раствора в вакууме минуя жидкую фазу

Ответ запишите в виде: 1-А...

5. Расположите в правильной технологической последовательности этапы получения биоактивного стекла методом плавильного синтеза:

1. Быстрая закалка расплава (литье в воду или на металлические плиты) для предотвращения кристаллизации

2. Дозирование и тщательное смешивание исходных высокочистых оксидов и карбонатов (SiO_2, $CaCO_3$, Na_2CO_3, P_2O_5)

3. Измельчение полученной фритты в мельнице и рассев на заданные фракции порошка

4. Высокотемпературная плавка шихты в платиновом тигле при 1300–1450 °C до получения гомогенного расплава

6 Какой метод спекания керамических порошков позволяет получить высокоплотную биокерамику за несколько минут при пониженной температуре за счет пропускания импульсного электрического тока через пресс-форму?

А) Свободное спекание в муфельной печи

Б) Искровое плазменное спекание (SPS)

В) Шликерное литье

Г) Экструзия пасты

7 С какой технологической целью металлические имплантаты из нержавеющей стали марки 316L на финишном этапе производства подвергают обработке в растворе азотной или лимонной кислоты? Ответьте кратко.

8 Какие технологические операции применяются для повышения гемосовместимости полимерных сосудистых протезов при их производстве? Выберите несколько вариантов ответа.

А) Ковалентная иммобилизация гепарина на модифицированной поверхности полимера

Б) Плазменная обработка поверхности для прививки гидрофильных функциональных групп

В) Механическое матирование внутренней стенки протеза крупнозернистым абразивом

Г) Нанесение ультратонкого покрытия из пиролитического углерода или полиэтиленгликоля (ПЭГ)

9 Соотнесите способ формования полимерных изделий медицинского назначения с типом выпускаемой продукции:

Способ формования	Тип медицинского изделия
1. Экструзия через кольцевую фильеру	А) Сложнопрофильные корпуса диагностических приборов и шприцы
2. Литье под давлением (термопластавтомат)	Б) Многопросветные катетеры и медицинские трубки
3. Окунание (диппинг) форм в раствор полимера	В) Хирургические перчатки и тонкостенные баллоны для ангиопластики
4. Каландрование	Г) Медицинские пленки и рулонные мембранные материалы

Ответ запишите в виде: 1-А...

10 Какой газообразный прекурсор чаще всего применяют при химическом осаждении из газовой фазы (CVD) для получения изотропного пиролитического углерода при изготовлении искусственных клапанов сердца?

А) Углекислый газ (CO_2)

Б) Углеводороды (пропан или метан) в смеси с инертным газом

В) Оксид углерода (CO)

Г) Тетрахлорид углерода (CCl_4)

11 Решите практическую производственную задачу и сформулируйте краткий ответ.

При производстве партий полилактида (PLLA) методом полимеризации с раскрытием цикла обнаружено, что готовый полимер имеет низкую молекулярную массу и слишком быстро деградирует при испытаниях. Анализ показал наличие следов влаги в исходном лактиде. Объясните причину брака с точки зрения химии процесса и укажите технологическую меру его устранения.

12 Установите правильную последовательность стадий изготовления пористого полимерного матрикса методом выщелачивания порообразователя (salt leaching):

1. Растворение полимера в летучем органическом растворителе

2. Погружение затвердевшего композита в дистиллированную воду для полного растворения и удаления кристаллов соли

3. Введение в раствор полимера калиброванных кристаллов водорастворимой соли (например, NaCl) и формование смеси

4. Испарение органического растворителя и формирование твердого полимерно-солевого композита

13 Какие эффекты достигаются при проведении горячего изостатического прессования (ГИП) литых или напечатанных на 3D-принтере металлических эндопротезов? Выберите все правильные ответы.

А) Схлопывание внутренних микропор и усадочных раковин

Б) Повышение усталостной прочности и предела выносливости изделия

В) Формирование на поверхности биоактивного слоя гидроксиапатита

Г) Гомогенизация микроструктуры сплава

14 Какой метод стерилизации готовых изделий из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) может вызвать окислительную деструкцию и охрупчивание материала при проведении процесса на воздухе? Выберите один правильный ответ.

А) Газовая стерилизация оксидом этилена

Б) Гамма-облучение в воздушной среде (из-за образования свободных радикалов)

В) Обработка низкотемпературной плазмой пероксида водорода

Г) Стерилизация диоксидом хлора

15 Установите соответствие между технологическим дефектом производства биоматериалов и методом его неразрушающего контроля:

Технологический дефект	Метод контроля
1. Внутренние замкнутые поры в 3D-печатных титановых имплантатах	А) Рентгеновская компьютерная микротомография (микро-КТ)
2. Нарушение химического состава и функциональных групп поверхности полимера	Б) ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье (НПВО / ATR-FTIR)
3. Отклонение параметров микрошероховатости поверхности после пескоструйной обработки	В) Оптическая профилометрия или атомно-силовая микроскопия
4. Наличие остаточных органических растворителей в полимерном скаффолде	Г) Газовая хроматография с масс-спектрометрией (ГХ-МС)

Ответ запишите в виде: 1-А...

16 Вставьте пропущенный термин: «Процесс высокотемпературного отжига заготовок из нитинола (TiNi),

зафиксированных в специальной оснастке, для задания им требуемой формы, которую изделие будет восстанавливать при температуре тела, называется _____».

17 Какая технология микрообработки является базовой при формировании планарных микроэлектродных матриц и микрофлюидных чипов для биосенсоров? Выберите один правильный ответ.

А) Вакуумно-дуговой переплав

Б) Фотолитография в сочетании с тонкопленочным напылением и травлением

В) Центробежное распыление расплава

Г) Вальцевание

18. Почему плавку и литье титановых сплавов для имплантатов проводят исключительно в вакууме или в атмосфере высокочистого аргона? Дайте краткий ответ.

19 Какие технологические приемы используются при получении децеллюляризованного внеклеточного матрикса (биоматериала биологического происхождения)? Выберите несколько правильных ответов.

А) Обработка тканей детергентами (например, додецилсульфатом натрия или Тритон X-100) для разрушения клеточных мембран

Б) Ферментативная обработка нуклеазами (ДНКазой и РНКазой) для удаления остатков генетического материала

В) Спекание ткани при температуре 800 °C

Г) Многократная отмывка в буферных растворах для удаления остатков реагентов и клеточного дебриса

20 Расположите в правильном порядке технологические операции классической SLA-обработки (пескоструйная обработка + кислотное травление) поверхности дентального титанового имплантата:

1. Промывка в ультразвуковых ваннах с деионизированной водой и сушка в чистых условиях

2. Струйно-абразивная обработка поверхности крупными частицами корунда (Al_2O_3) для создания макрошероховатости

3. Механическая токарная фрезеровка заготовки имплантата из титанового прутка

4. Травление в смеси горячих кислот (например, HCl и H_2SO_4) для формирования микропор на поверхности

21 Какой метод нанесения барьерных диэлектрических покрытий (например, парилена) на имплантируемую микроэлектронику обеспечивает равномерное покрытие без проколов даже на острых кромках и в микрощелях? Выберите один правильный ответ.

А) Окунание в жидкий лак

Б) Вакуумное газофазное осаждение с пиролизом димера (процесс Горхэма)

В) Электрофоретическое осаждение

Г) Нанесение кистью

22 Соотнесите метод получения металлических порошков для аддитивного производства имплантатов с характеристикой получаемых частиц:

Метод получения порошка	Характеристика частиц
1. Газовая атомизация расплава (EIGA / VIGA)	А) Сферические частицы с высокой текучестью и минимальным содержанием сателлитов (при использовании плазменного вращающегося электрода PREP)
2. Плазменная атомизация проволоки (PA)	Б) Высокосферичные порошки узкого гранулометрического состава из тугоплавких и реакционноспособных сплавов
3. Механическое размалывание в шаровой мельнице	В) Частицы осколочной (неправильной) формы с низкой сыпучестью, непригодные для качественного SLM
4. Гидрирование-дегидрирование (HDH)	Г) Угловатые порошки титана, требующие последующей плазменной сфероидизации для 3D-печати

Ответ запишите в виде: 1-А...

23 Решите практическую производственную задачу и сформулируйте краткий ответ.

При электроспиннинге нановолоконного матрикса из раствора поликапролактона (PCL) вместо равномерных нановолокон на коллекторе образуются капли и утолщения («бусины»). Укажите две основные технологические причины этого дефекта и способы корректировки режимов установки.

24 Какие технологические методы применяются для стерилизации и антибактериальной модификации поверхности имплантатов с помощью ионно-лучевой обработки? Выберите несколько правильных ответов.

А) Ионная имплантация ионов серебра (Ag^+) или меди (Cu^{2+}) в приповерхностный слой материала

Б) Ионно-плазменное травление для очистки поверхности от органических загрязнений перед нанесением покрытий

В) Ультразвуковая сварка

Г) Ионно-ассистированное осаждение (IBAD) для повышения адгезии биосовместимых пленок к подложке

25. Какой показатель является ключевым при контроле качества сырья на этапе производства биокерамики на основе синтетического гидроксиапатита для костной пластики? Выберите один правильный ответ.

А) Молярное соотношение кальция и фосфора (Ca/P), которое для стехиометрического гидроксиапатита должно составлять 1,67

Б) Содержание углерода в сплаве

В) Индекс текучести расплава

Г) Температура стеклования

Раздел 3. Материалы в биотехнических системах и их применение

1 Какой материал традиционно применяется для изготовления створок искусственных клапанов сердца благодаря высокой тромборезистентности и износостойкости? Выберите один правильный ответ.

А) Нержавеющая сталь марки 316L

Б) Пиролитический углерод (LTI-углерод)

В) Полиметилметакрилат (ПММА)

Г) Трикальцийфосфат (β-ТКФ)

2 Выберите несколько правильных ответов.

Какие из перечисленных материалов применяются в качестве активных проводящих элементов имплантируемых нейростимуляторов и электродов кардиостимуляторов?

А) Платино-иридиевый сплав (Pt-Ir)

Б) Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ)

В) Нитрид титана (TiN) с развитой микропористой поверхностью
Г) Золото высокой чистоты (Au)
Д) Полиэтилентерефталат (лавсан)

3 Вставьте пропущенный термин: «Для создания искусственных хрусталиков глаза (интраокулярных линз) в современной офтальмохирургии наиболее широко используют гидрофобные и гидрофильные _____, обеспечивающие высокую оптическую прозрачность и гибкость для имплантации через микроразрез».

4 Установите соответствие между полимерным материалом и его основным клиническим применением в биотехнических системах:

Полимерный материал	Область применения
1.Полидиметилсилоксан (силикон)	А. Сосудистые протезы среднего и крупного диаметра, заплаты для пластики дефектов
2.Политетрафторэтилен (ePTFE, гортекс)	Б. Костный цемент для фиксации эндопротезов суставов и вертебропластики
3.Полилактид-ко-гликолид (PLGA)	В. Изоляция токоведущих жил имплантируемых электродов, катетеры и дренажи
4.Полиметилметакрилат (ПММА)	Г. Биодеградируемые микросферы для пролонгированной доставки лекарств и рассасывающиеся шовные нити

Ответ запишите в виде: 1-А...

5 Расположите указанные материалы биотехнических систем в порядке возрастания их модуля упругости (модуля Юнга) от наиболее эластичного к наиболее жесткому:
1. Титановый сплав Ti-6Al-4V (~110 ГПа)
2. Медицинский силиконовый эластомер (~0,005–0,05 ГПа)
3. Оксид алюминия Al2O3 (алюмооксидная биокерамика, ~380 ГПа)
4. Кобальт-хромовый сплав Co-Cr-Mo (~210–230 ГПа)
5. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен СВМПЭ (~0,8–1,2 ГПа)

6 Какое уникальное функциональное свойство сплава никелида титана (нитинола) используется при создании самораскрывающихся сосудистых стентов? Выберите один правильный ответ.
А) Высокая скорость биорезорбции в кровотоке за 6 месяцев
Б) Пьезоэлектрический эффект при пульсации артериальной стенки
В) Эффект памяти формы и сверхупругость при температуре тела
Г) Способность стимулировать прямой остеогенез в стенке сосуда

7 Почему в паре трения эндопротеза тазобедренного сустава головку изготавливают из кобальт-хромового сплава или алюмооксидной керамики, а вкладыш вертлужной впадины — из высокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ)? Сформулируйте краткий ответ.

8 Какие характеристики делают гидроксиапатит ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) востребованным материалом для покрытий зубных и ортопедических имплантатов? Выберите несколько правильных ответов.

А) Химическое и кристаллографическое сходство с минеральной фазой костной ткани человека

Б) Высокая ударная вязкость и сопротивление циклическому изгибу на уровне титановых сплавов

В) Способность к остеокондукции — формированию прямой прочной связи с костью без фиброзной капсулы

Г) Высокая электропроводность, позволяющая использовать его для отведения биопотенциалов

9 Установите соответствие между чувствительным материалом (элементом) медицинского датчика и измеряемым физиологическим параметром:

Материал / чувствительный элемент	Измеряемый параметр / тип датчика
1. Хлорсеребряный электрод (Ag/AgCl)	А. Пульсовая волна, дыхательные движения и акустические сигналы (фонокардиография)
2. Платиновый терморезистор (Pt100 / Pt1000)	Б. Потенциометрическое измерение уровня pH биологических жидкостей
3. Пьезоэлектрический полимер ПВДФ (PVDF)	В. Регистрация биопотенциалов (ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ) с минимальной поляризацией
4. Иридий-оксидная пленка (IrOx)	Г. Прецизионный мониторинг температуры тела и перфузионных растворов

Ответ запишите в виде: 1-А...

10. Какой материал используется в качестве герметичной инкапсулирующей оболочки для защиты микроэлектроники и печатных плат имплантируемых датчиков и нейроинтерфейсов? Выберите один правильный ответ.

А) Парилен С (поли-пара-ксилилен)

Б) Коллагеновая губка

В) Пористый β-трикальцийфосфат

Г) Гидрогель на основе альгината натрия

11 Вставьте пропущенный термин: «В основе работы магнитно-резонансных томографов (МРТ) с высоким магнитным полем лежит использование сверхпроводящих катушек, обмотка которых чаще всего изготавливается из сплава _____ (NbTi) в медной матрице».

12 Расположите биодеградируемые полимеры и металлы в порядке увеличения типичного срока их полной резорбции в организме (от самых быстрорассасывающихся к наиболее медленно резорбируемым):

1. Поли-L-лактид (PLLA, высококристаллический, ~24–48 месяцев)
2. Полигликолид (PGA, ~2–4 месяца)
3. Кетгут (очищенный коллаген животного происхождения, ~2–4 недели)
4. Поликапролактон (PCL, ~24–36 месяцев, медленный гидролиз)

13 Какие материалы применяются для изготовления герметичных корпусов имплантируемых электрокардиостимуляторов (ЭКС) и кохлеарных имплантов? Выберите несколько правильных ответов.

А) Технически чистый титан (Grade 1 / Grade 2) и сплав Ti-6Al-4V

Б) Биоактивное стекло состава 45S5 (Bioglass)

В) Высокочистая алюмооксидная (Al_2O_3) или циркониевая (ZrO_2) керамика (для радиопрозрачных корпусов)

Г) Магниевый сплав WE43

14 Какой материал в виде ультрадисперсного порошка или волокнистого полотна применяется в экстракорпоральных системах детоксикации (гемосорбции) для удаления токсинов из крови? Выберите все **неправильные** ответы.

А) Активированный уголь (углеродные гемосорбенты) с биосовместимым покрытием

Б) Литой кобальт-хромовый сплав

В) Полиметилметакрилат

Г) Фторид кальция

15 Установите соответствие между типом мембранного или фильтрующего элемента биотехнической системы и применяемым для него материалом:

Функциональный элемент биотехнической системы	Применяемый материал
1. Полупроницаемые полые волокна диализатора («искусственная почка»)	А. Полиметилпентен (PMP) с плотным диффузионным слоем, предотвращающим пропотевание плазмы

2. Газообменные мембраны экстракорпорального оксигенатора («искусственные легкие»)	Б. Кварцевое или многокомпонентное оптическое стекло с высоким показателем преломления
3. Бактерицидные фильтры систем инфузионной терапии и ИВЛ	В. Полисульфон (PS) или полиэфирсульфон (PES) с контролируемым размером пор
4. Световоды гибких медицинских эндоскопов	Г. Гидрофобный пористый политетрафторэтилен (PTFE) или полипропилен (PP)

Ответ запишите в виде: 1-А...

16 Решите практическую инженерную задачу и сформулируйте краткий ответ.

При проектировании временного интрамедуллярного штифта для остеосинтеза у молодого пациента инженер выбирает между нержавеющей сталью 316L и биорезорбируемым магниевым сплавом (например, Mg-Y-RE-Zr). Назовите два главных клинико-инженерных преимущества магниевого сплава в данном применении и один его технологический недостаток, требующий контроля.

17 Какой материал используется в качестве мишени рентгеновской трубки в аппаратах рентгенографии и компьютерной томографии (КТ) благодаря высокой температуре плавления и большому атомному номеру? Выберите один правильный ответ.

А) Вольфрам (W) и вольфрам-рениевые сплавы

Б) Чистый алюминий (Al)

В) Магний (Mg)

Г) Титан (Ti)

18 Вставьте пропущенный термин: «В акустических преобразователях аппаратов ультразвуковой диагностики (УЗИ) для генерации и приема ультразвуковых волн за счет прямого и обратного пьезоэффекта применяют пьезокерамику на основе _____ (ЦТС / PZT)».

19 Какие материалы применяются для создания пористых трехмерных матриксов (скаффолдов) в тканевой инженерии костной ткани? Выберите несколько правильных ответов.

А) Композиты на основе полилактида (PLA) и наногидроксиапатита

Б) Пористый β-трикальцийфосфат (β-ТКФ)

В) Биоактивное стекло 45S5

Г) Литой поливинилхлорид (ПВХ) с пластификатором

Д) Нержавеющая аустенитная сталь 316L

20 Расположите указанные металлы и сплавы в порядке убывания их коррозионной стойкости в биологических средах организма (от наиболее инертного к наиболее коррозионно-активному):

1. Медицинская нержавеющая сталь 316L (подвержена питтинговой и щелевой коррозии в хлоридах)
2. Биорезорбируемый сплав на основе железа (Fe-Mn)
3. Платина (Pt) и сплав Pt-Ir
4. Титановый сплав Ti-6Al-4V (стабильная пассивирующая пленка TiO_2)
5. Биорезорбируемый магниевый сплав (Mg-Ca-Zn)

21 Какой полимерный материал чаще всего используется для изготовления одноразовых стерильных систем переливания крови, инфузионных магистралей и контейнеров для хранения компонентов крови благодаря прозрачности, гибкости и возможности сварки ТВЧ? Выберите все **неправильные** ответы.

А) Пластифицированный поливинилхлорид (ПВХ медицинского назначения)
Б) Политетрафторэтилен (ПТФЭ)
В) Полиэфирэфиркетон (PEEK)
Г) Полигликолид (PGA)

22 Установите соответствие между биоматериалом и его характерным свойством, определяющим выбор в конкретной области медицины:

Материал	Ключевое свойство и применение
1. Полиэфирэфиркетон (PEEK)	А. Рентгенопрозрачный полимер с модулем упругости, близким к кости; применяется для межтеловых кейджей в спинальной хирургии
2. Диоксид циркония (ZrO_2, стабилизированный иттрием)	Б. Высокое содержание воды и мягкость; применяется в раневых повязках и контактных линзах
3. Гидрогели на основе поливинилового спирта (ПВС) или ПЭГ	В. Высокая прочность на изгиб и эстетичный белый цвет; применяется в стоматологических абатментах и коронках
4. Тантал (пористый трабекулярный металл)	Г. Высокий коэффициент трения по кости и открытая пористость (~75–80%); применяется для замещения массивных дефектов костей

Ответ запишите в виде: 1-А...

23 Сформулируйте краткий ответ на вопрос.

Почему нержавеющая сталь марки 316L, несмотря на высокую механическую прочность и низкую стоимость, не рекомендуется для длительных (пожизненных) имплантатов у пациентов с аллергией на металлы, и каким материалом ее заменяют?

24 Какие материалы применяются для изготовления современных мягких контактных линз с высокой кислородопроницаемостью? Выберите несколько правильных ответов.

А) Силикон-гидрогели

Б) Полигидроксиэтилметакрилат (pHEMA)

В) Пиролитический углерод

Г) Полиэфирсульфон

25 Выберите все **неправильные** ответы.

Какой материал на основе природных полисахаридов (получаемый из хитина ракообразных) широко применяется в кровоостанавливающих (гемостатических) повязках и матриксах для регенерации кожи благодаря антибактериальным свойствам и биодеградируемости?

А) Хитозан

Б) Политетрафторэтилен

В) Полидиметилсилоксан

Г) Поликарбонат

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных фондом оценочных средств по дисциплине.