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 металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологических процессов обработки материалов

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: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 07-05-2026 18:01:43 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование системных знаний о физической сущности, закономерностях и технологических возможностях основных процессов обработки конструкционных и биосовместимых материалов;
– освоение методов формообразования, размерной и финишной обработки деталей биотехнических систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение основ технологических процессов обработки полимерных, композиционных и металлических материалов, применяемых в биотехнических системах;
– ознакомление с особенностями обработки материалов для эндопротезов и экзопротезов;
– формирование умений назначать рациональные технологические режимы обработки для достижения требуемой точности, качества поверхности и сохранения биосовместимости деталей 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:

– Физика;
– Химия;
– Основы производства материалов биотехнических систем;
– Материаловедение.

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

– Цветные сплавы с улучшенными свойствами;
– Прецизионные сплавы для биотехнических систем;
– Получение и свойства высокопрочных материалов;
– Функциональные материалы для биотехнических систем;
– Композиционные материалы;
– Аддитивные технологии;
– Технологическая практика;
– Преддипломная практика.

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 и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	ОПК-1.3 Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем	– знать: принципы выбора конструкционных и биоматериалов на основе их механических, физических и химических свойств; основы построения технологических маршрутов изготовления деталей биотехнических систем. – уметь: выбирать рациональные технологические процессы обработки с учетом условий эксплуатации изделия.
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: методы сбора, обработки и анализа технической информации с использованием информационных технологий. – уметь: разрабатывать простые технологические решения для изготовления элементов биотехнических систем.

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***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
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.*		***80***	*80*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основы механической обработки материалов;

Тема 1.1 Физико-механические основы обработки резанием (Процесс стружкообразования, наклеп, остаточные напряжения. Тепловые явления при резании. Классификация видов обработки);

Тема 1.2 Инструментальные материалы и смазочно-охлаждающие жидкости (Инструментальные стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы. Выбор СОЖ для биомедицинских сплавов);

Тема 1.3 Финишная обработка для биотехнических систем (Шлифование, полирование, суперфиниширование, магнитно-абразивная обработка. Доводка поверхностей эндопротезов);

Раздел 2 Специальные методы обработки материалов для биотехнических систем;

Тема 2.1 Электрофизические и электрохимические методы (Электроэрозионная обработка (EDM), электрохимическая обработка (ECM). Применение для труднообрабатываемых биосовместимых сплавов и керамики);

Тема 2.2 Обработка полимеров и полимерных композитов (Особенности резания полимеров (PEEK, UHMWPE, ПММА). Обработка углепластиков для экзопротезов);

Тема 2.3 Технологические процессы обработки композиционных материалов (Специальный инструмент для КМ. Водоструйная и лазерная резка композитов);

Тема 2.4 Технологии обработки материалов для эндо- и экзопротезов (Обработка посадочных поверхностей, модуляция шероховатости для остеоинтеграции. Экзопротезы. Обработка тонкостенных деталей.);

Тема 2.5 Аддитивные технологии и постобработка (3D-печать металлами и полимерами (SLM, SLS, FDM).).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Основы механической обработки материалов		
Тема 1.1.	Физико-механические основы обработки резанием	4	
Тема 1.2.	Инструментальные материалы и смазочно-охлаждающие жидкости	4	
Тема 1.3.	Финишная обработка для биотехнических систем	4	
Раздел 2.	Специальные методы обработки материалов для биотехнических систем		
Тема 2.1.	Электрофизические и электрохимические методы	4	
Тема 2.2.	Обработка полимеров и полимерных композитов	4	
Тема 2.3.	Технологические процессы обработки композиционных материалов	4	
Тема 2.4.	Технологии обработки материалов для эндо- и экзопротезов	4	
Тема 2.5.	Аддитивные технологии и	4	

	постобработка		
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основы механической обработки материалов		
Тема 1.2.	Технологии обработки резанием и выбор инструментальных материалов	8	
Тема 1.3.	Финишная обработка поверхностей деталей биотехнических систем	4	
Раздел 2.	Специальные методы обработки материалов для биотехнических систем		
Тема 2.1.	Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов	4	
Тема 2.2.	Разработка маршрута обработки детали из PEEK и углепластика для экзопротеза конечности	4	
Тема 2.3.	Особенности процессов обработки композиционных материалов	4	
Тема 2.4.	Проектирование технологического процесса обработки эндопротеза и постобработки SLM-детали	8	
Итого:		**32**	**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. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	50	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**116**	**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. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе
Экзамен.	ОПК-1; ОПК-4	1. Вопросы к экзамену

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; отчет о практической работе; 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 аргументированно 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 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

12.2.3 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».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	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: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении

Оценка	Требования к знаниям
	практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Солнцев, Ю. П. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / Ю. П.Солнцев , Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2017. – 504 с. – ISBN 978-5-93808-298-4. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082984.html (дата обращения: 07.05.2026);

2 Третьяков, А. Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов : учебное пособие / А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 541 с. – ISBN 978-5-7038-3889-1. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838891.html (дата обращения: 07.05.2026);

3 Арзамасов, Б. Н. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др. ; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 648 с. - ISBN 978-5-7038-1860-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703818602.html (дата обращения: 07.05.2026);

4 Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирайнен. - изд. 4-е, стереот. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2024. - 640 с. - ISBN 978-5-93808-477-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938084773.html (дата обращения: 07.05.2026);

5 Широкий, Г. Т. Материаловедение в санитарно-технических системах : учеб. пособие / Г. Т. Широкий, П. И. Юхневский, М. Г. Бортницкая - Минск : Выш. шк. , 2009. - 302 с. - ISBN 978-985-06-1683-8. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850616838.html (дата обращения: 07.05.2026).

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.

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 учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- 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».

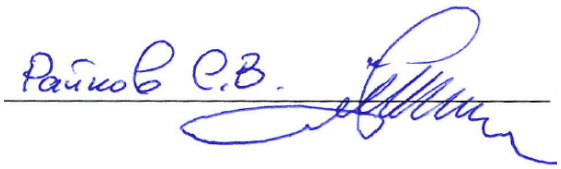
Составитель(и):

профессор Попова Марина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Генеральный директор
ООО «ВЕСТ 2002», д.т.н., доцент
С.В. Райков



Приложение

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Перечень тестовых заданий (примерно)

Выберите один правильный ответ.

1. Какое явление описывает закон Гука?
   а) пластическая деформация
   б) упругая деформация
   в) текучесть
   г) разрушение
2. Единица измерения твердости по Бринеллю (НВ) – это:
   а) Па
   б) Н/мм² (условная единица)
   в) Дж
   г) безразмерная величина
3. Какой параметр характеризует теплопроводность материала?
   а) коэффициент температурного расширения
   б) коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)
   в) модуль Юнга
   г) удельная теплоемкость
4. Коррозия металлов — это:
   а) механическое разрушение
   б) электрохимическое или химическое разрушение под действием среды
   в) наклеп
   г) рекристаллизация
5. Какое превращение называется полиморфным?
   а) плавление
   б) изменение кристаллической решетки при нагреве/охлаждении
   в) испарение
   г) аморфизация
6. Какой сплав обладает эффектом памяти формы?
   а) сталь 12Х18Н10Т
   б) нитинол (NiTi)
   в) дюралюмин
   г) бронза
7. Растворение металла в кислоте — это:
   а) физический процесс
   б) химическая реакция (окисление-восстановление)
   в) диффузия
   г) полиморфное превращение
8. Чем выше модуль упругости (модуль Юнга) материала, тем:

а) он более пластичен
б) он более жесткий
в) он более легкий
г) он более теплопроводен

9. Температура плавления титана составляет приблизительно:
а) 660°C
б) 1660°C
в) 3400°C
г) 960°C

10. Что такое ползучесть материала?
а) быстрое разрушение
б) непрерывная деформация во времени при постоянной нагрузке
в) упругое восстановление
г) повышение твердости

11. Какая фаза в углеродистых сталях придает им твердость?
а) феррит
б) цементит (Fe_3C)
в) графит
г) аустенит

12. Коррозионностойкая (нержавеющая) сталь 12Х18Н10Т содержит хрома не менее:
а) 5%
б) 12–18%
в) 25%
г) 0,5%

13. Какой полимер относится к термопластам?
а) эпоксидная смола
б) полиэтилен (PE)
в) резина (вулканизованная)
г) фенопласт

14. Что такое композиционный материал?
а) однородный сплав
б) материал, состоящий из матрицы и армирующего наполнителя
в) пористый материал
г) аморфный материал

15. Углепластик (CFRP) армирован:
а) стекловолокном
б) углеродным волокном
в) борным волокном
г) арамидными нитями

16. Биосовместимость материала – это:
а) способность вызывать аллергию

б) способность материала выполнять функцию в контакте с биологической средой без вредных последствий

в) цвет материала

г) способность к разложению

17. Что такое предел текучести?

а) напряжение, при котором начинается пластическая деформация

б) максимальное напряжение перед разрушением

в) напряжение пропорциональности

г) напряжение после разрушения

18. Какая характеристика используется для оценки износостойкости?

а) ударная вязкость

б) твердость

в) модуль упругости

г) плотность

19. Какой сплав Co-Cr-Mo относится к группе:

а) алюминиевых

б) кобальт-хромовых биосовместимых

в) магниевых

г) медных

20. PEEK (полиэфирэфиркетон) применяется в биотехнических системах благодаря:

а) низкой стоимости

б) высокой биосовместимости, прочности и модулю, близкому к кости

в) легкой деградации

г) электропроводности

21. Металлы – это…

а) непрозрачные вещества, обладающие металлическим блеском, высокой теплопроводностью и электропроводностью

б) непрозрачные вещества, полученные путем сплавления двух и более химических элементов

в) вещества, полученные из сырья и служащие для производства полуфабрикатов, производственных и строительных деталей и готовых изделий

22. Для кристаллического состояния вещества характерны…

а) анизотропия свойств

б) наличие только ближнего порядка в расположении частиц

в) наличие дальнего порядка в расположении частиц

23. Существование одного металла в нескольких кристаллических формах носит название:

а) полиморфизма

б) анизотропии

в) кристаллизации

24. Уменьшение объёма металла при переходе из жидкого состояния в твёрдое называется ….

а) анизотропией
б) усадкой
в) жидкотекучестью

25. Свойство, характеризующее способность материала сопротивляться разрушению под действием нагрузок, называется …

а) ударной вязкостью
б) прочностью
в) твёрдостью

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

Раздел 1 Основы механической обработки материалов

1 Устный опрос на лекции

Вопросы для устного опроса (примерно)

1. Почему при обработке титановых сплавов для эндопротезов даже небольшое повышение скорости резания резко снижает стойкость инструмента?
2. Какие физические механизмы ограничивают максимальную скорость резания при обработке нержавеющих сталей для хирургических инструментов?
3. Какие физические механизмы ограничивают максимальную скорость резания при обработке нержавеющих сталей для хирургических инструментов?
4. Почему при сверлении костной ткани (хирургическая практика) важно контролировать температуру? В чем опасность перегрева?
5. Почему при сверлении костной ткани (хирургическая практика) важно контролировать температуру? В чем опасность перегрева?
6. В чем разница между свободным и несвободным резанием? Приведите примеры для биомедицинских деталей.
7. Почему для окончательной обработки керамических головок эндопротезов используют полировальные пасты на основе алмаза, а для титановых ножек — нет?
8. Как выбрать инструментальный материал для фрезерования сложного профиля углепластикового экзопротеза?
9. В чем преимущество и недостаток применения СОЖ на водной основе при обработке магниевых сплавов для экзопротезов?
10. Почему для хирургических сверл и пил важна не только твердость, но и ударная вязкость инструмента?
11. Можно ли использовать одну и ту же СОЖ для обработки титановых имплантатов и PEEK?

12. Как влияет зернистость алмаза в шлифовальном круге на биосовместимость поверхности после шлифования?
13. Почему сверхтвердые материалы (CBN, алмаз) не всегда экономически оправданы для малых партий персонализированных имплантатов?
14. Какие ограничения накладывает биосовместимость на использование легирующих элементов в инструменте (например, ванадия, кобальта)?
15. Как правильно утилизировать СОЖ после обработки биоматериалов с медицинскими требованиями?
16. Почему для головки эндопротеза требуется зеркальное полирование (Ra ~ 0,02 мкм), а для ножки, контактирующей с костью — шероховатость Ra ~ 2–5 мкм?
17. Как можно создать микроструктуру поверхности, стимулирующую остеоинтеграцию, без использования дополнительных покрытий?
18. В чем опасность абразивных частиц, оставшихся в микропорах имплантата после шлифования?
19. Как выбрать режим электрохимического полирования для Co-Cr-Mo сплава, чтобы не вызвать межкристаллитную коррозию?
20. Почему магнитно-абразивная обработка не рекомендуется для деталей, которые будут работать в магнитном поле МРТ?
21. Какой метод контроля шероховатости применим для внутренних поверхностей трубок стентов: контактный профилометр, оптический или атомно-силовая микроскопия?
22. Как шероховатость влияет на адгезию бактерий к поверхности экзопротеза?
23. Какую шероховатость выбрать для снижения риска инфекции?
24. Почему для вкладыша эндопротеза из UHMWPE не рекомендуется создавать слишком гладкую поверхность (оптимально Ra ~ 0,05–0,1 мкм)?
25. Предложите маршрут финишной обработки для аддитивно выработанного пористого титанового имплантата, чтобы удалить остатки порошка, но не загладить поры.

Раздел 2 Специальные методы обработки материалов для биотехнических систем

1 Устный опрос на лекции

Вопросы для устного опроса (примерно)

1. Почему после EDM необходимо удалять переплавленный слой для эндопротеза, работающего в условиях циклических нагрузок? Каким способом это сделать?
2. Сравните ECM и EDM с точки зрения влияния на усталостную прочность имплантата из титана.

3. Почему лазерная резка стентов из нитинола требует проведения постобработки (электрохимическое полирование, термическая стабилизация)?
4. Какие ограничения накладывает УЗО керамических головок эндопротезов (хрупкость, риск микротрещин)?
5. Можно ли использовать EDM для получения пористой поверхности имплантата? Как и с какими рисками?
6. Объясните, почему при лазерной резке полимеров для экзопротезов важно избегать обугливания кромок (биосовместимость, прочность).
7. Какой метод (EDM, ECM, лазер, УЗО) вы выберете для получения микроканалов (диаметр 100 мкм) в титановом имплантате для направленной остеоинтеграции?
8. В чем опасность образования газов (водород, хлор) при ECM биосовместимых сплавов?
9. Можно ли комбинировать ультразвук с EDM для повышения производительности обработки каркаса эндопротеза?
10. Почему для вкладыша эндопротеза из UHMWPE важно, чтобы после точения не оставалось заусенцев и неровностей, даже если они очень малы?
11. Сравните механическую обработку PEEK и UHMWPE: какой материал труднее обрабатывать и почему?
12. Как избежать термопластической деформации и наволакивания материала при сверлении PEEK?
13. Какие специфические требования предъявляют к чистоте поверхности полимерного имплантата для предотвращения бактериальной адгезии?
14. Почему при обработке углепластика для экзопротезов нужно использовать инструмент с алмазным покрытием и вытяжку пыли?
15. В чем отличие обработки термореактивных полимеров (эпоксидные КМ) от термопластов (PEEK)?
16. Как ультразвуковая сварка может быть использована для соединения полимерных частей экзопротеза стопы человека?
17. Какая опасность кроется в микрочастицах (пыли) PEEK и углепластика при механической обработке для операционной и лаборатории?
18. Предложите оптимальный метод финишной обработки торца трубы из углепластика после отрезки, чтобы избежать расслоения.
19. Почему традиционная СОЖ неэффективна при обработке волокнистых композитов и даже вредна?
20. Как выбрать направление подачи фрезы при обработке слоистого КМ, чтобы минимизировать расслоение (нисходящая или восходящая подача)?

21. Какие меры безопасности необходимы при механической обработке углеродного волокна (защита дыхания, токопроводящая пыль)?
22. Сравните абразивную водоструйную резку и лазерную резку для изготовления индивидуального экзопротеза стопы из CFRP.
23. Почему для сверления глубоких отверстий в КМ лучше использовать алмазные кольцевые сверла, а не спиральные?
24. Как влияет предварительное натяжение заготовки КМ перед фрезерованием на качество кромки?
25. Предложите технологию постобработки водоструйной резки КМ (сушка, удаление абразива) для биомедицинского применения.

3 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.

Раздел 1 Основы механической обработки материалов

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1. Основным механизмом стружкообразования при обработке пластичных металлов является:
   а) упругий отрыв
   б) сдвиг (скалывание) по плоскости сдвига
   в) хрупкое разрушение
   г) абразивное истирание
2. Наклеп (деформационное упрочнение) при резании приводит к:
   а) снижению твердости поверхностного слоя
   б) повышению твердости и остаточным напряжениям сжатия
   в) снижению усталостной прочности
   г) исчезновению наклепа
3. Наибольшая температура в зоне резания возникает:
   а) на передней поверхности инструмента (в зоне контакта стружки)
   б) на задней поверхности инструмента
   в) в глубине заготовки
   г) на обработанной поверхности
4. При увеличении скорости резания температура в зоне резания обычно:
   а) монотонно снижается
   б) сначала растет, затем стабилизируется или снижается
   в) не изменяется
   г) всегда только растет

5. Остаточные напряжения растяжения в поверхностном слое после резания:

а) повышают усталостную прочность
б) снижают усталостную прочность
в) не влияют на усталостную прочность
г) всегда полезны для имплантатов

6. Какой вид обработки обеспечивает наименьшую шероховатость поверхности?

а) черновое точение
б) получистовое фрезерование
в) алмазное выглаживание
г) сверление

7. Схема резания при точении — это:

а) свободное ортогональное резание
б) несвободное резание
в) резание с ультразвуком
г) абразивное резание

8. Для титановых сплавов характерно при резании:

а) очень хорошая теплопроводность
б) низкая теплопроводность и склонность к наростообразованию
в) отсутствие наклепа
г) легкость стружкодробления

9. Какой параметр режима резания сильнее всего влияет на стойкость инструмента?

а) глубина резания
б) подача
в) скорость резания
г) угол заточки

10. Какой инструментальный материал обладает наибольшей теплостойкостью (красностойкостью)?

а) быстрорежущая сталь Р6М5
б) твердый сплав ВК8
в) поликристаллический кубический нитрид бора
г) углеродистая сталь У10

11. Для чистового точения имплантатов из титанового сплава предпочтительнее использовать:

а) твердый сплав без покрытия
б) твердый сплав с покрытием TiAlN
в) быстрорежущую сталь
г) алмаз без покрытия

12. Почему алмазный инструмент не рекомендуется для обработки титановых сплавов?

а) низкая твердость алмаза
б) химическая реакция титана с углеродом алмаза при нагреве
в) высокая стоимость

г) плохая теплопроводность алмаза

13. Назначение СОЖ при обработке биоматериалов – это (выберите наиболее полное определение):

а) только охлаждение

б) охлаждение, смазывание, удаление стружки и защита от коррозии

в) только смазывание

г) только удаление стружки

14. Какая СОЖ является самой биосовместимой (допустима для обработки имплантатов без риска загрязнения)?

а) сульфофрезол

б) водный раствор бессернистых эмульсий с очисткой высокой чистоты

в) масло МР-1

г) бензол

15. Инструментальная керамика на основе Al_2O_3 эффективна для обработки:

а) титановых сплавов (служит долго)

б) серых чугунов и закаленных сталей, не склонных к наросту

в) алюминия

г) PEEK

16. Покрытие TiAlN на твердосплавной пластине работает следующим образом:

а) создает барьер для диффузии и снижает трение

б) только повышает твердость

в) только улучшает теплопередачу

г) только снижает стоимость

17. Какой элемент в быстрорежущих сталях обеспечивает наибольшую теплостойкость?

а) вольфрам

б) ванадий

в) кобальт

г) хром

18. Для обработки PEEK и UHMWPE наиболее рационально использовать инструмент:

а) твердосплавный с острыми кромками и без СОЖ или с воздушным охлаждением

б) алмазный с большим радиусом округления

в) керамический

г) эльборовый

19. Какое требование к СОЖ является специфическим для обработки эндопротезов?

а) высокая вязкость

б) отсутствие токсичных компонентов и возможность полного удаления после обработки

в) низкая цена
г) темный цвет
20. Для зоны контакта имплантата с костью (остеоинтеграция) требуется:
а) минимальная шероховатость
б) умеренная шероховатость с микропористостью (Ra ~ 2–5 мкм)
в) зеркальная поверхность
г) наличие глубоких рисок
21. Какой метод полирования обеспечивает наименьшую шероховатость без химического загрязнения?
а) электрохимическое полирование
б) шлифование абразивной бумагой
в) вибрационное полирование в галтовке
г) ручное полирование пастой
22. Основная опасность магнитно-абразивной обработки для имплантатов:
а) очень высокая стоимость
б) возможность ферромагнитного загрязнения поверхности (остатки частиц)
в) низкая производительность
г) невозможность обработки сложных форм
23. Суперфиниширование применяется для:
а) чернового съема металла
б) получения Ra < 0,02–0,01 мкм с регулярным микрорельефом +
в) нанесения покрытий
в) увеличения шероховатости
24. Для комбинированного текстурирования поверхности имплантата (канавки + полировка) предпочтительно использовать:
а) короткоимпульсную лазерную обработку
б) обычное шлифование
в) сверление
г) обдирку
25. Какой метод финишной обработки не подходит для полимерных компонентов (PEEK, UHMWPE) эндопротезов?
а) ручная полировка
б) электрохимическое полирование (не работает для диэлектриков)
в) ультразвуковая обработка
г) протирка с полировальной пастой

4 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.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Процесс стружкообразования при резании пластичных металлов. Типы стружки.
2. Распределение температуры в зоне резания при точении. Факторы влияющие на температуру в зоне резания.
3. Наклеп (деформационное упрочнение). Влияние наклепа на свойства поверхностного слоя после обработки резанием.
4. Свободное и несвободное резание. Разница между свободным и несвободным резанием. Примеры для биотехнических деталей.
5. Влияние скорости резания, подачи и глубины резания на силу резания и стойкость инструмента.
6. Охарактеризуйте основные группы инструментальных материалов: быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, CBN, алмаз. Укажите области применения в биомедицине.
7. Области применения алмазного инструмента. Почему алмазный инструмент не рекомендуется для обработки титановых сплавов.
8. Какие требования предъявляются к смазочно-охлаждающим жидкостям (СОЖ) при обработке биоматериалов (имплантатов)?
9. Объясните механизм работы покрытия TiAlN на твердосплавной пластине. Почему это важно для обработки Co-Cr-Mo?
10. Опишите основные виды механической обработки резанием: точение, фрезерование, сверление. Для каких деталей биотехнических систем они применяются?
11. Как шероховатость поверхности влияет на остеоинтеграцию и износостойкость эндопротезов? Какие значения Ra рекомендуются для разных зон?
12. Сравните методы финишной обработки: механическое полирование, электрохимическое полирование, магнитно-абразивная обработка. Преимущества и недостатки.
13. Что такое суперфиниширование? Для каких деталей эндопротезов оно необходимо и почему?
14. Принцип электроэрозионной обработки (EDM). Преимущества и недостатки для изготовления имплантатов из Co-Cr-Mo.
15. Сравните электрохимическую обработку (ECM) и EDM. Какой метод лучше для деталей с жесткими требованиями к усталостной прочности?
16. Ультразвуковая обработка (УЗО): физическая сущность, материалы-мишени (керамика, стекло), применение в биомедицине.
17. Лазерная обработка материалов: резка, маркировка, сварка. Особенности лазерной резки стентов из нитинола.
18. Особенности механической обработки PEEK и UHMWPE. Почему важно избегать перегрева?
19. Какие дефекты возникают при сверлении и фрезеровании углепластика (CFRP)? Как их минимизировать?

20. Методы соединения полимерных деталей в экзопротезах: ультразвуковая сварка, лазерная сварка, клеевое соединение. Сравните биосовместимость.
21. Водоструйная резка композиционных материалов: преимущества и недостатки для биомедицинских изделий.
22. Опишите типовой технологический маршрут механической обработки ножки эндопротеза тазобедренного сустава из титанового сплава ВТ6.
23. Особенности обработки материалов для экзопротезов (алюминиевые и магниевые сплавы, композиты). Требования к весу и жесткости.
24. Аддитивные технологии (SLM, SLS, FDM) для производства имплантатов. Какие виды постобработки необходимы?
25. Как можно получить пористую поверхность имплантата для улучшенной остеоинтеграции без ухудшения механических свойств?
26. Какие методы контроля качества обработанной поверхности имплантатов существуют?
27. Как технологические процессы обработки влияют на биосовместимость? Приведите примеры негативных эффектов.