**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МЕДИЦИНСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ДЛЯ БИОИНЖЕНЕРИИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Медицинская электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 36 | 36 | часов |
| Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | часов |
| | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84204

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка специалистов, обладающих научно-практическими знаниями в области материаловедения, приобретение навыков решения материаловедческих задач, формирование научно-обоснованного подхода к применению биоматериалов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление студентов с общей классификацией материалов, физико-химическими, электрическими и оптическими свойства материалов во взаимосвязи с их применением в медицинской технике.
2. Изучение примеров реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники, номенклатуры и технических требований, предъявляемых к материалам для медицинской техники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 84204

| | | |
|---|---|---|
| ПК-5. Способен разрабатывать, использовать и применять специализированное диагностическое и лечебное оборудование с учетом протекания физиологических и патологических процессов в организме человека | ПК-5.1. Знает принципы разработки современного специализированного диагностического и лечебного оборудования | Знает принципы разработки современных материалов для биоинженерии |
| | ПК-5.2. Умеет использовать в разработке специализированного диагностического и лечебного оборудования данные о протекании физиологических и патологических процессов в организме человека | Умеет использовать в разработке материалов для биоинженерии данные о протекании физиологических и патологических процессов в организме человека |
| | ПК-5.3. Владеет навыками разработки специализированного диагностического и лечебного оборудования с учетом требований государственных стандартов и влияния различных видов медицинской электроники на организм человека | Владеет навыками разработки материалов для биоинженерии с учетом требований государственных стандартов и влияния на организм человека |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 72 | 72 |
| Лекционные занятия | 36 | 36 |
| Практические занятия | 24 | 24 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Подготовка к зачету | 12 | 12 |
| Подготовка к тестированию | 16 | 16 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 3 | 3 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Согласована на портале № 84204

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | | |
| 1 Общие вопросы медицинского материаловедения | 4 | - | - | 7 | 11 | ПК-5 |
| 2 Влияние свойств поверхности на биосовместимость материалов | 2 | 8 | - | 7 | 17 | ПК-5 |
| 3 Свойства живой материи | 8 | 4 | 8 | 11 | 31 | ПК-5 |
| 4 Основные классы материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии | 22 | 12 | 4 | 11 | 49 | ПК-5 |
| Итого за семестр | 36 | 24 | 12 | 36 | 108 | |
| Итого | 36 | 24 | 12 | 36 | 108 | |

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Общие вопросы медицинского материаловедения | Предмет медицинского материаловедения. Понятие об имплантатах. Классификация материалов по взаимодействию с организмом. Биодеградация | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Влияние свойств поверхности на биосовместимость материалов | Значение физико-химических свойств поверхности материалов для взаимодействия с биологическими тканями | 2 | ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Свойства живой материи | Реакции биологических систем на искусственные материалы как основа биотехнологий и регенеративной медицины | 8 | ПК-5 |
| | Итого | 8 | |

Согласована на портале № 84204

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Основные классы материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии | Краткая характеристика материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии. Наноразмерные объекты и нанотехнологии. Особенности биомедицинских свойств наноразмерных и наноструктурных материалов | 6 | ПК-5 |
| | Системы доставки лекарств | 4 | ПК-5 |
| | Искусственные "ниши" стволовых клеток. Возможности физико-химической регуляции пула стволовых клеток вне организма. Возможности физико-химической регуляции стволовых клеток при имплантации искусственных материалов | 6 | ПК-5 |
| | Теоретические основы тканевой инженерии в медицине | 2 | ПК-5 |
| | Выбор материалов для биоинженерии костной ткани. Практические и теоретические подходы к инженерии костной ткани | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 22 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 2 Влияние свойств поверхности на биосовместимость материалов | Измерение поверхностного натяжения | 2 | ПК-5 |
| | Исследование монослоев, полученных методом осаждения вещества на твердую поверхность | 4 | ПК-5 |
| | Оптические методы исследования поверхностных структур | 2 | ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Свойства живой материи | Исследование систем получения чистой и сверхчистой воды | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 84204

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Основные классы материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии | Исследование методов получения коллоидных систем | 4 | ПК-5 |
| | Исследование коллоидных систем оптическими методами | 4 | ПК-5 |
| | Исследование электрических и термоэлектрических свойств коллоидных систем | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 3 Свойства живой материи | Определение модуля Юнга методом изгиба | 4 | ПК-5 |
| | Испытание материалов на растяжение | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Основные классы материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии | Исследование веществ в конденсированном состоянии | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 12 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Общие вопросы медицинского материаловедения | Подготовка к зачету | 3 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |
| 2 Влияние свойств поверхности на биосовместимость материалов | Подготовка к зачету | 3 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |

Согласована на портале № 84204

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Свойства живой материи | Подготовка к зачету | 3 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 11 | | |
| 4 Основные классы материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии | Подготовка к зачету | 3 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 11 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| Итого | | 36 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-5 | + | + | + | + | Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Лабораторная работа | 10 | 20 | 30 | 60 |
| Тестирование | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 10 | 20 | 70 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 30 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |

Согласована на портале № 84204

| | |
|---|---|
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение : учебник для вузов / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 327 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.urait.ru/bcode/510746.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Основы взаимодействия биологических тканей с искусственными материалами: учебное пособие / И.А. Хлусов, В.Ф. Пичугин, А.А. Пустовалова, А.Н. Дзюман; Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 1225 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev_2013/pdf/tit_UDK.pdf.

2. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 179 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.urait.ru/bcode/515169.

3. Химическая технология. Керамические и стеклокристаллические материалы для медицины : учебное пособие для вузов / В. И. Верещагин, Т. А. Хабас, Е. А. Кулинич, В. П. Игнатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 147 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.urait.ru/bcode/490252.

4. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 178 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.urait.ru/bcode/514878.

5. Композиционные материалы : учебное пособие для вузов / Д. А. Иванов, А. И. Ситников, С. Д. Шляпин ; под редакцией А. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 253 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://www.urait.ru/bcode/518365.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 84204

1. Верстаков, Е. С. Лабораторный практикум по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов»: : учебно-методическое пособие / Е. С. Верстаков, Т. А. Носаева, С. А. Коробкова. — Волгоград : ВолгГМУ, 2019. — 76 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/141185.

2. Наноэлектроника и наноматериалы : учебно-методическое пособие / А. Р. Быков, А. А. Зайцев, Д. В. Кузнецов, А. В. Сидоров. — Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2023. — 117 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/393311.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория биомедицинской техники и технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 234 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Анализатор окиси углерода выдыхаемого воздуха Micro+Smokertyzer
- Электронейромиостимулятор с автоматизированной диагностикой "Магнон-29Д"
- Электрокардиограф ЭК1Т-1/3-07 Аксион
- Пульсоксиметр напалечный МД300С35
- Динамометр электронный ручной медицинский ДМЭР-120
- Прибор для измерения артериального давления и частоты пульса МЕД-55 с адаптером "Би Велл Свисс АГ"
- Стетоскоп медицинский Rapport
- Осветитель таблиц для исследования остроты зрения ОТИЗ-40-01
- Кресло-кровать М182-02 универсальное
- Прибор для оценки состояния органов дыхания "Прессотахопирограф ПТС14П-01"
- Аппарат для полуавтоматической и компьютерной диагностики состояния полей зрения "Перискан"

Согласована на портале № 84204

- Система электроэнцефалографическая "Компакт-Нейро"
- Весы напольные медицинские с ростомером РП
- Таблица для исследования цветоощущения (Таблица Рабкина);
- Системный блок DEXP DC-202M
- Монитор 23,8" ACER
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

**8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория биомедицинской техники и технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 234 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Анализатор окиси углерода выдыхаемого воздуха Micro+Smokertyzer
- Электронейромиостимулятор с автоматизированной диагностикой "Магнон-29Д"
- Электрокардиограф ЭК1Т-1/3-07 Аксион
- Пульсоксиметр напалечный МД300С35
- Динамометр электронный ручной медицинский ДМЭР-120
- Прибор для измерения артериального давления и частоты пульса МЕД-55 с адаптером "Би Велл Свисс АГ"
- Стетоскоп медицинский Rapport
- Осветитель таблиц для исследования остроты зрения ОТИЗ-40-01
- Кресло-кровать М182-02 универсальное
- Прибор для оценки состояния органов дыхания "Прессотахопирограф ПТС14П-01"
- Аппарат для полуавтоматической и компьютерной диагностики состояния полей зрения "Перискан"
- Система электроэнцефалографическая "Компакт-Нейро"
- Весы напольные медицинские с ростомером РП
- Таблица для исследования цветоощущения (Таблица Рабкина);
- Системный блок DEXP DC-202M
- Монитор 23,8" ACER
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

**8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

**8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными**

Согласована на портале № 84204

**возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Общие вопросы медицинского материаловедения | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Влияние свойств поверхности на биосовместимость материалов | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Свойства живой материи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Основные классы материалов для медицины, медицинской техники и стоматологии | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 84204

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 84204

1. Что такое имплантат
    1. Медицинский объект, помещаемый хирургически в человеческое тело для восстановления или выполнения конкретной функции.
    2. Изделия, вводимые в организм с целью замены удаленного органа, его части или тканевого фрагмента.
    3. Медицинские устройства, используемые для временной или постоянной замены утраченной функции органа.
    4. Искусственный орган, представляющий собой комбинацию из биоматериала и клеток (и/или тканей).
2. Что такое эндопротез
    1. Медицинский объект, помещаемый хирургически в человеческое тело для восстановления или выполнения конкретной функции.
    2. Изделия, вводимые в организм с целью замены удаленного органа, его части или тканевого фрагмента.
    3. Медицинские устройства, используемые для временной или постоянной замены утраченной функции органа.
    4. Искусственный орган, представляющий собой комбинацию из биоматериала и клеток (и/или тканей).
3. Что такое искусственный орган
    1. Медицинский объект, помещаемый хирургически в человеческое тело для восстановления или выполнения конкретной функции.
    2. Изделия, вводимые в организм с целью замены удаленного органа, его части или тканевого фрагмента.
    3. Медицинские устройства, используемые для временной или постоянной замены утраченной функции органа.
    4. Искусственный орган, представляющий собой комбинацию из биоматериала и клеток (и/или тканей).
4. Что такое биоискусственный орган
    1. Медицинский объект, помещаемый хирургически в человеческое тело для восстановления или выполнения конкретной функции.
    2. Изделия, вводимые в организм с целью замены удаленного органа, его части или тканевого фрагмента.
    3. Медицинские устройства, используемые для временной или постоянной замены утраченной функции органа.
    4. Искусственный орган, представляющий собой комбинацию из биоматериала и клеток (и/или тканей).
5. Пересадка материала от одного человека другому
    1. Алотрансплантация
    2. Аутотрансплантация
    3. Гетеротрансплантация
    4. Ксенотрансплантация
6. Пересадка материала внутри одного человека
    1. Алотрансплантация
    2. Аутотрансплантация
    3. Гетеротрансплантация
    4. Ксенотрансплантация
7. Пересадка материала человеку от животного
    1. Алотрансплантация
    2. Аутотрансплантация
    3. Гетеротрансплантация
    4. Ксенотрансплантация
8. Натяжение – это
    1. Соотношение увеличения длины и первоначальной длины образца
    2. Градиент графика напряжения-натяжения
    3. Выход материала из строя при более низком напряжении, чем предел текучести при однократном цикле испытаний
    4. Устойчивость к локальной пластической деформации

Согласована на портале № 84204

9. Модуль упругости (модуль Юнга)– это
    1. Соотношение увеличения длины и первоначальной длины образца
    2. Градиент графика напряжения-натяжения
    3. Выход материала из строя при более низком напряжении, чем предел текучести при однократном цикле испытаний
    4. Устойчивость к локальной пластической деформации
10. Усталость – это
    1. Соотношение увеличения длины и первоначальной длины образца
    2. Градиент графика напряжения-натяжения
    3. Выход материала из строя при более низком напряжении, чем предел текучести при однократном цикле испытаний
    4. Устойчивость к локальной пластической деформации

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Биологические реакции на тестируемые имплантаты. Классификация.
2. Металлы и их сплавы в биологии и медицине. Классификация. Преимущества и недостатки. Способы улучшения биосовместимости.
3. Какое количество материала в виде порошка следует растворять в 10 мл растворителя согласно рекомендациям ISO 10993?
4. Определение биосовместимости искусственного материала. Методы изучения свойств материалов для биологии и медицины.
5. Понятие об имплантатах. Классификация материалов по степени взаимодействия с организмом (биотолерантные, биоинертные, биоактивные изделия).

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Определение модуля Юнга методом изгиба
2. Испытание материалов на растяжение
3. Исследование веществ в конденсированном состоянии

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

Согласована на портале № 84204

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 84204

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 33 от «23» 10 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |
| Начальник учебного управления | Г.А. Цой | Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |
| Доцент, каф. ПрЭ | А.С. Харитонов | Согласовано, fd44389b-e744-463d-b6eb-2d284e448e3c |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Разработано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |

Согласована на портале № 84204