

**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**

**БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

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, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2026 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| Виды учебной деятельности          | 6 семестр | 7 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 28        |           | 28    | часов   |
| Практические занятия               | 20        |           | 20    | часов   |
| Лабораторные занятия               | 16        |           | 16    | часов   |
| Курсовой проект                    |           | 36        | 36    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 44        | 144       | 188   | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена        | 36        |           | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 180       | 324   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 5         | 9     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 6       |
| Курсовой проект                | 7       |

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 № 84201

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Сформировать у студентов целостное представление о свойствах, теории анализа и синтеза биотехнических систем, строить и оптимизировать модели функциональных процессов в таких системах, ориентированных на активную диагностику и управление состоянием организма.

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Раскрыть назначение, особенности эксплуатации, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, виды их интерфейсов, их основные технические характеристики и меры безопасности при работе с ними.

2. Овладение студентами навыками использования стандартов и других нормативных и справочных материалов.

## **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.02.09.

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 |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |                                               |

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 систем медицинского назначения                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                       | 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 современных систем медицинского назначения 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 современных систем медицинского назначения с учетом требований государственных стандартов и влияния различных видов медицинской электроники 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 9 зачетных единиц, 324 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  |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|
|                                                                                                                       |             | 6 семестр | 7 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>                                               | 100         | 64        | 36        |
| Лекционные занятия                                                                                                    | 28          | 28        |           |
| Практические занятия                                                                                                  | 20          | 20        |           |
| Лабораторные занятия                                                                                                  | 16          | 16        |           |
| Курсовой проект                                                                                                       | 36          |           | 36        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 188         | 44        | 144       |
| Подготовка к тестированию                                                                                             | 26          | 26        |           |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета                                                                    | 18          | 18        |           |
| Написание отчета по курсовому проекту                                                                                 | 144         |           | 144       |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>                                                                                    | 36          | 36        |           |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                                                                   | 324         | 144       | 180       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                                                                    | 9           | 4         | 5         |

**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.

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

| Названия разделов (тем) дисциплины                                  | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                                                    |              |               |           |           |              |                            |                         |
| 1 Общие вопросы биотехнических систем (БТС) медицинского назначения | 6            | 2             | -         | -         | 9            | 17                         | ПК-5                    |
| 2 Описание биообъектов                                              | 10           | 8             | 8         | -         | 17           | 43                         | ПК-5                    |
| 3 Принципы проектирования БТС медицинского назначения               | 12           | 10            | 8         | -         | 18           | 48                         | ПК-5                    |
| Итого за семестр                                                    | 28           | 20            | 16        | 0         | 44           | 108                        |                         |
| <b>7 семестр</b>                                                    |              |               |           |           |              |                            |                         |
| 4 Проектирование биотехнических систем медицинского назначения      | -            | -             | -         | 36        | 144          | 180                        | ПК-5                    |
| Итого за семестр                                                    | 0            | 0             | 0         | 36        | 144          | 180                        |                         |
| Итого                                                               | 28           | 20            | 16        | 36        | 188          | 288                        |                         |

### 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 |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                                                    |                                                                                                                  |                                      |                         |
| 1 Общие вопросы биотехнических систем (БТС) медицинского назначения | Предмет, задачи и методы количественного описания БТС. Общая теория систем и количественное описание биообъектов | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Иерархия структур и состояний биообъектов                                                                        | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Биохимическая структура и динамика биообъектов                                                                   | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Итого                                                                                                            | 6                                    |                         |
| 2 Описание биообъектов                                              | Термодинамическое описание биообъектов                                                                           | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Кинетическое описание биообъектов                                                                                | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Теория управления в биообъектах                                                                                  | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Неравновесная биотермодинамика. Статическая биофизика                                                            | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Моделирование биообъектов                                                                                        | 2                                    | ПК-5                    |
|                                                                     | Итого                                                                                                            | 10                                   |                         |

|                                                                |                                                                       |    |      |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|------|
| 3 Принципы проектирования БТС медицинского назначения          | Вопросы автоматизированной медико-технической диагностики             | 2  | ПК-5 |
|                                                                | Общие принципы проектирования БТС                                     | 2  | ПК-5 |
|                                                                | Основы проектирования диагностических БТС                             | 2  | ПК-5 |
|                                                                | Основы проектирования терапевтических БТС                             | 2  | ПК-5 |
|                                                                | Основы проектирования хирургических БТС                               | 2  | ПК-5 |
|                                                                | Основы проектирования искусственных органов и систем жизнеобеспечения | 2  | ПК-5 |
|                                                                | Итого                                                                 | 12 |      |
| Итого за семестр                                               |                                                                       | 28 |      |
| <b>7 семестр</b>                                               |                                                                       |    |      |
| 4 Проектирование биотехнических систем медицинского назначения | Курсовое проектирование отдельных БТС медицинского назначения         | -  | ПК-5 |
|                                                                | Итого                                                                 | -  |      |
| Итого за семестр                                               |                                                                       | -  |      |
| Итого                                                          |                                                                       | 28 |      |

### 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 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                                                    |                                                                                     |                 |                         |
| 1 Общие вопросы биотехнических систем (БТС) медицинского назначения | Электрический сигнал и медицинская информация. Измерение физиологических переменных | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Итого                                                                               | 2               |                         |
| 2 Описание биообъектов                                              | Потенциометрические датчики                                                         | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Термопары                                                                           | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Индуктивные датчики                                                                 | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Металлические тензодатчики                                                          | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Итого                                                                               | 8               |                         |
| 3 Принципы проектирования БТС медицинского назначения               | Ультразвуковые методы исследования                                                  | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Электрокардиография                                                                 | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Методы исследования ЦНС                                                             | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Приборы и методы измерений параметров дыхательной системы                           | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Ликвороманометр                                                                     | 2               | ПК-5                    |
|                                                                     | Итого                                                                               | 10              |                         |
| Итого за семестр                                                    |                                                                                     | 20              |                         |
| Итого                                                               |                                                                                     | 20              |                         |

#### 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 |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                                      |                                                                                |                 |                         |
| 2 Описание биообъектов                                | Виброчастотные датчики силы                                                    | 4               | ПК-5                    |
|                                                       | Методы и средства измерения расхода                                            | 4               | ПК-5                    |
|                                                       | Итого                                                                          | 8               |                         |
| 3 Принципы проектирования БТС медицинского назначения | Нарушения сердечного ритма. Методы их коррекции                                | 4               | ПК-5                    |
|                                                       | Давление крови и кровотоки. Методы изучения пульсового кровенаполнения сосудов | 4               | ПК-5                    |
|                                                       | Итого                                                                          | 8               |                         |
| Итого за семестр                                      |                                                                                | 16              |                         |
| Итого                                                 |                                                                                | 16              |                         |

#### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                        |                 |                         |
| Курсовое проектирование                 | 36              | ПК-5                    |
| Итого за семестр                        | 36              |                         |
| Итого                                   | 36              |                         |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Техника СВЧ гипертермии.
2. Техника ультразвуковой гипертермии
3. Доплеровские методы визуализации
4. Эхо-импульсные методы ультразвуковой визуализации
5. Ультразвуковая медицинская техника

#### 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      |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|
| <b>6 семестр</b>                                                    |                                                    |                 |                         |                     |
| 1 Общие вопросы биотехнических систем (БТС) медицинского назначения | Подготовка к тестированию                          | 9               | ПК-5                    | Тестирование        |
|                                                                     | Итого                                              | 9               |                         |                     |
| 2 Описание биообъектов                                              | Подготовка к тестированию                          | 8               | ПК-5                    | Тестирование        |
|                                                                     | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 9               | ПК-5                    | Лабораторная работа |
| Итого                                                               |                                                    | 17              |                         |                     |

|                                                                |                                                    |     |      |                                             |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|------|---------------------------------------------|
| 3 Принципы проектирования БТС медицинского назначения          | Подготовка к тестированию                          | 9   | ПК-5 | Тестирование                                |
|                                                                | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 9   | ПК-5 | Лабораторная работа                         |
|                                                                | Итого                                              | 18  |      |                                             |
| Итого за семестр                                               |                                                    | 44  |      |                                             |
|                                                                | Подготовка и сдача экзамена                        | 36  |      | Экзамен                                     |
| <b>7 семестр</b>                                               |                                                    |     |      |                                             |
| 4 Проектирование биотехнических систем медицинского назначения | Написание отчета по курсовому проекту              | 144 | ПК-5 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
|                                                                | Итого                                              | 144 |      |                                             |
| Итого за семестр                                               |                                                    | 144 |      |                                             |
| Итого                                                          |                                                    | 224 |      |                                             |

### 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. | Курс. пр. | Сам. раб. |                                                                                         |
| ПК-5                    | +                         | +          | +         | +         | +         | Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен |

## 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 |
|--------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>6 семестр</b>         |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Лабораторная работа      | 30                                             | 20                                          | 10                                                        | 60               |
| Тестирование             | 0                                              | 0                                           | 10                                                        | 10               |
| Экзамен                  |                                                |                                             |                                                           | 30               |
| Итого максимум за период | 30                                             | 20                                          | 20                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом       | 30                                             | 50                                          | 70                                                        | 100              |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

| 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 |
|----------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>7 семестр</b>           |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Отчет по курсовому проекту | 40                                             | 30                                          | 30                                                        | 100              |
| Итого максимум за период   | 40                                             | 30                                          | 30                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом         | 40                                             | 70                                          | 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      |
| 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                                                  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64                                                  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов                                           | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Ершов, Ю. А. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 444 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/558001>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Ершов, Ю. А. Биотехнические системы медицинского назначения в 2 ч. Часть 1. Количественное описание биообъектов : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 181 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://www.urait.ru/bcode/512351>.

2. Щукин, С. И. Биотехнические системы медицинского назначения в 2 ч. Часть 2. Анализ и синтез систем : учебник для вузов / С. И. Щукин, Ю. А. Ершов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 346 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://www.urait.ru/bcode/513900>.



### **7.3. Учебно-методические пособия**

#### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Локтюхин, В. Н. Основы проектирования биотехнических систем медицинского назначения на структурном этапе : учебное пособие / В. Н. Локтюхин, А. А. Черепнин, Т. А. Чудакова. — Рязань : РГРТУ, 2013. — 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168018>.

2. Элементы медицинских приборов и систем : учебное пособие / составители Н. Т. Минченя, А. Л. Савченко. — Минск : БНТУ, 2017. — 87 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/247856>.

3. Андросова, Т. А. Медицинская электроника: лабораторный практикум : учебное пособие / Т. А. Андросова, Е. Е. Юндина. — Ставрополь : СКФУ, 2022. — 124 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/386606>.

#### **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 "Магنون-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.

### **8.3. 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 "Магنون-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 курсового проекта**

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 "Магنون-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.

## **8.5. 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.

## **8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными 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 биотехнических систем (БТС) медицинского назначения | ПК-5                    | Тестирование               | Примерный перечень тестовых заданий          |
|                                                                     |                         | Экзамен                    | Перечень экзаменационных вопросов            |
| 2 Описание биообъектов                                              | ПК-5                    | Лабораторная работа        | Темы лабораторных работ                      |
|                                                                     |                         | Тестирование               | Примерный перечень тестовых заданий          |
|                                                                     |                         | Экзамен                    | Перечень экзаменационных вопросов            |
| 3 Принципы проектирования БТС медицинского назначения               | ПК-5                    | Лабораторная работа        | Темы лабораторных работ                      |
|                                                                     |                         | Тестирование               | Примерный перечень тестовых заданий          |
|                                                                     |                         | Экзамен                    | Перечень экзаменационных вопросов            |
| 4 Проектирование биотехнических систем медицинского назначения      | ПК-5                    | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |

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

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |                                                             |                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            | знать                                                                               | уметь                                                       | владеть                                                              |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания                                          | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(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<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , 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<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.                                                                                                                                                                                           |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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

1. Время запаздывания в передаче управляющих сигналов нервным путем достигает
  1. 0,3 с
  2. 3 с
  3. 3 мин
  4. 7 мин
2. Время запаздывания в передаче управляющих сигналов химическим путем достигает
  1. 0,3 с
  2. 3 с
  3. 3 мин
  4. 7 мин
3. Время запаздывания нейрогуморальных факторов достигает
  1. 0,3 с
  2. 3 с
  3. 3 мин
  4. 7 мин
4. Время запаздывания гуморальных факторов достигает
  1. 0,3 с
  2. 3 с
  3. 3 мин
  4. 7 мин
5. Основные принципы сопряжения технических и биологических элементов в единой функциональной системе

1. Принцип адекватности, принцип единства информационной среды
2. Принцип адаптации, стохастический принцип
3. Принцип биотехнической совокупности, принцип целенаправленности поведения
4. Принцип внутренней адаптации, принцип внешней адаптации
6. Разновидности биотехнических систем
  1. Биологические системы и технические системы
  2. Системы эргатического типа и технические системы
  3. Системы эргатического типа и биотехнические системы
  4. Биологические системы и биоморфологические системы
7. Классы динамических систем
  1. Информлируемые, информационные
  2. Детерминированные, стохастические
  3. Простые, сложные, очень сложные
  4. Информационные, энергетические и вещественные
8. Классы систем по характеру поведения
  1. Простые, сложные, очень сложные
  2. Детерминированные, стохастические
  3. Информлируемые, информационные
  4. Информационные, энергетические и вещественные
9. Классификация систем по информационному принципу
  1. Простые, сложные, очень сложные
  2. Детерминированные, стохастические
  3. Информлируемые, информационные
  4. Информационные, энергетические и вещественные
10. Способы описания биотехнических систем
  1. Структурное, функциональное, принципиальное
  2. Функциональное, морфологическое, информационное, генетико-прогностическое
  3. Структурное, функциональное, принципиальное, алгоритмическое
  4. Функциональное, алгоритмическое, информационное

#### **9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Историческая хронология создания медицинских приборов.
2. Электромиографы и электронейромиографы.
3. Электрокардиографы.
4. Средства визуализации внутренних органов человека. Используемые частотные диапазоны. Характеристики изображений. Рентгеноскопическая аппаратура.
5. Типы терапевтической аппаратуры. Используемые диапазоны частот. Лечение постоянным током. Аппараты для гальванизации и электрофореза. Низкочастотные аппараты.

#### **9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта**

1. Жизненный цикл БТС медицинского назначения.
2. Понятие конструкции и процесса конструирования.
3. Системное конструирование БТС медицинского назначения.
4. Конструкторский анализ схем.
5. Понятие компоновки и процесса компонования БТС медицинского назначения

#### **9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов**

1. Техника СВЧ гипертермии.
2. Техника ультразвуковой гипертермии
3. Доплеровские методы визуализации
4. Эхо-импульсные методы ультразвуковой визуализации
5. Ультразвуковая медицинская техника

#### **9.1.5. Темы лабораторных работ**

1. Виброчастотные датчики силы
2. Методы и средства измерения расхода
3. Нарушения сердечного ритма. Методы их коррекции
4. Давление крови и кровотоки. Методы изучения пульсового кровенаполнения сосудов

## **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.

## **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<br>общемедицинским<br>показаниям | Тесты, письменные<br>самостоятельные работы, вопросы<br>к зачету, контрольные работы,<br>устные ответы | Преимущественно проверка<br>методами, определяющимися<br>исходя из состояния<br>обучающегося на момент<br>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.



## 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,<br>ce9e048a-2a49-44a0-<br>b2ab-bc9421935400 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин     | Согласовано,<br>ce9e048a-2a49-44a0-<br>b2ab-bc9421935400 |
| Начальник учебного управления      | Г.А. Цой          | Согласовано,<br>8a5745e4-63a0-4946-<br>bbb0-ce4977ac113e |

### ЭКСПЕРТЫ:

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

### РАЗРАБОТАНО:

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