

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СРЕДСТВА СЪЕМА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И
ПОДВЕДЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

| | |
|---|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.07 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 8 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 8 семестр - 12 часов; |
| Консультации | 8 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 65,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Отчет Реферат | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 8 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Крутских В.В. |
| | Идентификатор | R49539849-KrutskikhVV-f1575360 |

(подпись)

В.В. Крутских

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Жихарева Г.В. |
| | Идентификатор | Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c |

(подпись)

Г.В. Жихарева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шалимова Е.В. |
| | Идентификатор | Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6 |

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении основных физических принципов и теоретических основ разработки медицинских преобразователей и электродов, предназначенных для съёма биомедицинской информации, а так же для подведения лечебных воздействий; изучение общих вопросов метрологии для этого класса датчиков, принципов согласования преобразователей и электродов с измерительной цепью, борьбы с шумами и помехами при построении интерфейса биообъект – электрод (преобразователь) – измерительная цепь.

Задачи дисциплины

- освоение физических принципов действия датчиков и электродов;;
- ознакомление с номенклатурой современных датчиков, преобразователей и электродов;
- ознакомление с методами включения преобразователей и электродов в электрические цепи измерительных приборов, построения номограмм и калибровочных характеристик;
- приобретение опыта практической работы с преобразователями различного назначения и типов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|---|
| ПК-1 Способен участвовать в научных исследованиях в области создания биотехнических систем | ИД-2ПК-1 Анализирует сигналы и данные, определяет их влияние на параметры биотехнических систем | знать: - номенклатуру, конструкции и принцип действия датчиков, преобразователей и электродов, в том числе и медицинского назначения; - основы теории погрешностей однократных и многократных измерений; - физические основы и принципы действия датчиков и электродов и их влияние на измеряемые величины биопотенциалов. уметь: - проводить расчет цепей включения в измерительную схему; - оценивать погрешность измерений;; - включать датчики в цифровые системы; - исследовать характеристики датчиков. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Биотехнические и медицинские аппараты и системы (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать общий курс физики
- знать общий курс химии

- знать метрология, стандартизация и технические измерения
- знать основы теории электрических цепей
- уметь проводить расчет электрических цепей
- уметь проводить расчет погрешностей

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| 1 | Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей. | 22 | 8 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей." <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей." материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 15-55 [5], 1-28</p> | | |
| 1.1 | Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей. | 22 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | | | |
| 2 | Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей | 8 | | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением</p> |
| 2.1 | Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей | 8 | | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | <p>разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей"</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-26, 73-100, 101-115</p> |
| 3 | Датчики физических величин часть 1 | 22 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Датчики физических величин часть 1"</p> |
| 3.1 | Датчики физических величин часть 1 | 22 | | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Датчики физических величин часть 1" материалу.</p> <p><u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы</p> |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | <p>доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Датчики физических величин часть 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 133-150, 161-181 [3], 285-312, 340-360 [4], 1-12 [6], 5-25 [7], 12-35</p> |
| 4 | Датчики физических величин часть 2 | 20 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Датчики физических величин часть 2"</p> |
| 4.1 | Датчики физических величин часть 2 | 20 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Датчики физических величин часть 2" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|----|----|---|---|---|---|-----|-----|------|------|---|
| | | | | | | | | | | | | | подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 254-273, 318-330 [4], 12-24 [7], 70-90 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 28 | 12 | - | - | 2 | - | - | 0.5 | 32 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 28 | 12 | - | 2 | - | - | 0.5 | | 65.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей.

1.1. Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей.

Введение. Классификация и метрологические характеристики датчиков. Параметры измеряемых физических величин. Особенности датчиков, применяемых в медицинских измерениях. Интеграция датчиков и преобразователей в измерительные приборы. Методы измерения физических величин и оценка погрешностей. Измеряемые величины, их эталонирование. Классификация методов измерений. Нормировка и создание градуировочных характеристик. Место датчиков в измерительной цепи. Электрические схемы, работающие с преобразователями: уравновешенные и неуравновешенные мосты, автоматические уравновешенные мосты, нормирующие токовые преобразователи. Операционные усилители, способы включения в измерительную цепь..

2. Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей

2.1. Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей

Модели кожных покровов человека. Классификация электродов. Классификация медицинских электродов. Основы физико-химических процессов при построении электродов. Биомедицинские электроды. Электроды для определения химического состава вещества. Электроды I и II рода для измерений потенциалов на биообъекте. Стандартные электроды. ГОСТ на электроды..

3. Датчики физических величин часть 1

3.1. Датчики физических величин часть 1

Измерение температуры. Температура как физическая величина. Температурные шкалы. Шкала МПТШ-68. Воспроизведение эталонных значений температуры. Классификация датчиков температуры. Манометрические термометры: газовые, жидкостные, конденсационные. Термоэлектронные преобразователи. Введение поправки на температуру свободных концов термоэлектродов. Удлиняющие термоэлектроды провода. Конструкция термоэлектрических преобразователей. Пьезорезонансные датчики температуры, использование кварцевых резонаторов на объемных волнах, основные характеристики резонаторов, схемы замещения. Особенности построения и характеристики измерителей температуры. Датчики на поверхностных акустических волнах. Пирометры излучения. Теоретические основы построения датчиков. Пирометры квазимонохроматические, спектрального отношения, радиационные. Структурные схемы пирометров. Тепловизоры. Переходные процессы при измерении температуры. Тепловая постоянная времени. Способы увеличения быстродействия измерителей температуры. Измерение давления. Давление как физическая величина. Шкалы давления. Воспроизведение эталонных значений давления. Классификация датчиков давления. Электромеханические датчики давления(ДД). Емкостные датчики давления. Пьезорезонансные датчики давления, использование кварцевых резонаторов на объемных волнах, основные характеристики резонаторов, схемы замещения. Особенности построения и характеристики измерителей давления. Датчики на поверхностных акустических волнах. Мостовые схемы включения ДД. Дифференциальные датчики давления. Измерение скорости и ускорения. Скорость как физическая величина. Воспроизведение эталонных значений скорости. Классификация датчиков скорости и ускорения. Механические способы измерения скорости и ускорения, электрические преобразователи. Радиочастотные методы измерений с использованием резонаторов и волноводов. Кварцевое микровзвешивание. Особенности конструкции датчиков на основе кварцевых резонаторов. Методы измерений углов, размеров, скоростей и ускорений тел.

Методы косвенных измерений, основанные на прямых измерениях сил и моментов. Радиочастотные методы. Типы интерферометров. Измерения на основе устройств с поверхностными акустическими волнами. Датчики в оптическом диапазоне волн. Измерение углов посредством фазового пеленгатора. Устранение неоднозначности отсчета. Способы построения акселерометров и сейсмографов, основные характеристики датчиков и их конструктивные особенности..

4. Датчики физических величин часть 2

4.1. Датчики физических величин часть 2

Измерение расхода жидкости и газа. Классификация датчиков расхода. Датчики расхода: объемные и скоростные счетчики, переменного перепада давлений, обтекания, переменного уровня. Электромагнитные и тепловые расходомеры. Калориметрический метод и метод анемометра. Допплеровские измерители скорости, структурная схема измерителя. Датчики расхода: объемные и скоростные счетчики, переменного перепада давлений, обтекания, переменного уровня. Электромагнитные и тепловые расходомеры. Калориметрический метод и метод анемометра. Допплеровские измерители скорости, структурная схема измерителя. Измерение параметров вещества. Параметры вещества(плотность, вязкость, диэлектрическая и магнитная проницаемости) как физические величины. Пределы измерения. Воспроизведение эталонных значений. Классификация датчиков физических параметров. Измерение физико-химических свойств жидкостей и газов. Датчики измерений плотности. Весовые, поплавковые, гидродинамические и вибрационные плотномеры. Вязкость как физическая величина. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Капиллярные, шариковые, ротационные и вибрационные вискозиметры. Вискозиметр Гесса. Возможность использования кварцевых резонаторов для измерений вязкости. Измерение состава вещества. Электроды чувствительные к составу. Классификация датчиков электродов. Полупроводниковые датчики газового состава. Электролитические способы измерения концентраций. Способы определения состава вещества спектральными и оптическими способами..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №3 (Подключение датчиков к микроконтроллерам);
2. Лабораторная работа №2 (Исследование параметров датчиков);
3. Лабораторная работа №1 (Исследование параметров датчиков).

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| физические основы и принципы действия датчиков и электродов и их влияние на измеряемые величины биопотенциалов | ИД-2ПК-1 | | + | | | Тестирование/КМ-3 Тест 2. «Биоэлектрические электроды» |
| основы теории погрешностей однократных и многократных измерений | ИД-2ПК-1 | + | | | | Тестирование/КМ-1 Тест 1. «Основы метрологии и теории погрешностей» Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1 |
| номенклатуру, конструкции и принцип действия датчиков, преобразователей и электродов, в том числе и медицинского назначения | ИД-2ПК-1 | | | + | + | Отчет/КМ- 4 Лабораторная работа № 2 Тестирование/КМ-5 Тест 3. «Датчики температуры, давления, скорости и ускорения» Отчет/КМ-6 Лабораторная работа № 3 Тестирование/КМ-7 Тест 4. «Датчики расхода, параметров и состава вещества» Реферат/КМ-8 Защита реферата |
| Уметь: | | | | | | |
| исследовать характеристики датчиков | ИД-2ПК-1 | | | + | + | Отчет/КМ- 4 Лабораторная работа № 2 Отчет/КМ-6 Лабораторная работа № 3 |
| включать датчики в цифровые системы | ИД-2ПК-1 | + | | | | Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1 |
| оценивать погрешность измерений; | ИД-2ПК-1 | + | | | | Тестирование/КМ-1 Тест 1. «Основы метрологии и теории погрешностей» |
| проводить расчет цепей включения в измерительную схему | ИД-2ПК-1 | + | | | | Тестирование/КМ-1 Тест 1. «Основы метрологии и теории погрешностей» |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ-8 Защита реферата (Реферат)

Форма реализации: Защита задания

1. КМ- 4 Лабораторная работа № 2 (Отчет)
2. КМ-2 Лабораторная работа № 1 (Отчет)
3. КМ-6 Лабораторная работа № 3 (Отчет)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1 Тест 1. «Основы метрологии и теории погрешностей» (Тестирование)
2. КМ-3 Тест 2. «Биоэлектрические электроды» (Тестирование)
3. КМ-5 Тест 3. «Датчики температуры, давления, скорости и ускорения» (Тестирование)
4. КМ-7 Тест 4. «Датчики расхода, параметров и состава вещества» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Орлов, Ю. Н. Электроды для измерения биоэлектрических потенциалов : учебное пособие для вузов по направлению "Биомедицинская техника" и направлению "Биомедицинская инженерия" / Ю. Н. Орлов ; Ред. С. И. Щукин . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 . – 224 с. – (Биомедицинская инженерия в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2888-0 .;
2. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики : пер. с англ. / Р. Г. Джексон . – М. : Техносфера, 2007 . – 384 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-948361-11-6 .;
3. Филист, С. А. Проектирование измерительных преобразователей для систем медико-экологического мониторинга : учебник для вузов по направлению "Биотехнические системы и технологии" / С. А. Филист, О. В. Шаталова . – Старый Оскол : ТНТ, 2015 . – 408 с. - ISBN 978-5-94178-442-4 .;
4. Владимиров, С. В. Датчики и преобразователи. Лабораторные работы № 1—4 : методическое пособие по курсу "Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / С. В. Владимиров, Б. В. Дворяшин, В. В. Крутских, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ,

2015 . – 24 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7480;

5. Стрелков, Н. О. Датчики и сенсоры. Подключение датчиков и сенсоров к платформе Arduino : лабораторный практикум по курсу "Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Н. О. Стрелков, В. В. Крутских, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 28 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10488;

6. Дворяшин, Б. В. Измерительные преобразователи и электроды : Учебное пособие по курсу "Измерительные преобразователи и электроды" по специальности 190500 / Б. В. Дворяшин, В. Л. Скачков , Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 120 с. - ISBN 5-7046-0571-0 .;

7. А. А. Рыжова, В. В. Кузьмин- "Датчики температуры и ряда механических величин", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2018 - (116 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612729>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Notepad++;
6. Libre Office;
7. Arduino IDE;
8. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
7. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики" | стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд |

| | | |
|--|---|---|
| | | информационный, стенд учебный |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | А-402, Учебная аудитория | парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники | стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный |
| | Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики" | стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд информационный, стенд учебный |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-318, Учебная аудитория | парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники | стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники | стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный |
| | Е-802/1, Учебная лаборатория "Электродинамики" | стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд информационный, стенд учебный |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой | стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |
| | НТБ-303, Компьютерный | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, |

| | | |
|--|---|--|
| | читальный зал | компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Е-815, Преподавательская | стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер |
| | Е-817, Преподавательская | стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования | стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер |
| | Е-822, Архив | стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Тест 1. «Основы метрологии и теории погрешностей» (Тестирование)
- КМ-2 КМ-2 Лабораторная работа № 1 (Отчет)
- КМ-3 КМ-3 Тест 2. «Биоэлектрические электроды» (Тестирование)
- КМ-4 КМ- 4 Лабораторная работа № 2 (Отчет)
- КМ-5 КМ-5 Тест 3. «Датчики температуры, давления, скорости и ускорения» (Тестирование)
- КМ-6 КМ-6 Лабораторная работа № 3 (Отчет)
- КМ-7 КМ-7 Тест 4. «Датчики расхода, параметров и состава вещества» (Тестирование)
- КМ-8 КМ-8 Защита реферата (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 5 | 8 | 8 | 11 | 13 | 13 | 14 |
| 1 | Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей. | | | | | | | | | |
| 1.1 | Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей. | | + | + | | | | | | |
| 2 | Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей | | | | | | | | | |
| 2.1 | Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей | | | | + | | | | | |
| 3 | Датчики физических величин часть 1 | | | | | | | | | |
| 3.1 | Датчики физических величин часть 1 | | | | | + | + | + | + | + |
| 4 | Датчики физических величин часть 2 | | | | | | | | | |
| 4.1 | Датчики физических величин часть 2 | | | | | + | + | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | | 10 | 15 | 15 | 15 | 5 | 15 | 5 | 20 |