



Министерство науки  
и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
Институт дистанционного  
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-5hindaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
*общеразвивающей подготовки для детей и взрослых*

Наименование программы	Датчики, преобразователи и электроды в медицинской технике
Форма обучения	заочная
Выдаваемый документ	сертификат
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	ОДПО, Центр дополнительного образования "Дистанционное обучение"

Зам. директора ИДДО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.  
Усманова  
(расшифровка подписи)

Начальник ОДПО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

(подпись)

А.Г. Крохин  
(расшифровка подписи)

Начальник ФДО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

(подпись)

Н.В. Малич  
(расшифровка подписи)

Руководитель ОДПО,  
ЦДО ДО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.  
Усманова  
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель  
образовательной  
программы

(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)

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** цель освоения программы 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..

### **Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, утвержденным приказом Минобрнауки от 19.09.2017 г. № 95005.10.2017 г. № 48438.

**Форма реализации:** обучение с использованием исключительно электронного обучения.

**Форма обучения:** заочная.

### **Режим занятий:**

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы:** лица, желающие освоить дополнительную программу, должны иметь общее среднее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается сертификат установленного образца.

### **Срок действия итоговых документов**

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
ОПК-1: способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	Знать: - физические основы и принципы действия датчиков и электродов и их влияние на измеряемые величины биопотенциалов; - основы теории погрешностей однократных и многократных измерений; - номенклатуру, конструкции и принцип действия датчиков, преобразователей и электродов, в том числе и медицинского назначения.
	Уметь: - исследовать характеристики датчиков; - включать датчики в цифровые системы; - оценивать погрешность измерений;; - проводить расчет цепей включения в измерительную схему.
	Владеть:

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации \_\_\_\_\_.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
------------------	--------------------------

### 2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Не предусмотрено

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))

### 3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- 4 зачетных единиц;

**144** ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации		
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль			текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
1	Датчики, преобразователи и электроды в медицинской технике	142	60		60			82			Нет	
1.1.	Место датчиков в измерительной цепи и оценка погрешностей.	28	12		12			16		Лабораторная работа, Тестирование		
1.2.	Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей	16	6		6			10		Тестирование		
1.3.	Измерение температуры	16	6		6			10		Лабораторная работа, Тестирование		
1.4.	Измерение механических характеристик: измерение давления; измерение скорости и ускорения	18	6		6			12				

1.5.	Измерение расхода	1 5	5		5			10		Реферат, Тестирование	
1.6.	Измерение параметров вещества.	1 3	5		5			8			
1.7.	Интерфейсы датчиков	1 8	10		10			8			
1.8.	Цифровые измерительные системы (Системы интернета вещей)	1 8	10		10			8		Тестирование	
2	Итоговая аттестация	2 0	0 5				0 5	1 5			Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>1 4 4 0</b>	<b>6 5</b>	<b>0</b>	<b>6 0</b>	<b>0</b>	<b>0 5</b>	<b>8 3 5</b>	<b>0</b>		

### 3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Датчики, преобразователи и электроды в медицинской технике	
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.
1.2.	Электроды. Взаимодействие электродов и органических тканей	Модели кожных покровов человека. Классификация электродов. Классификация медицинских электродов. Основы физико-химических процессов при построении электродов. Биомедицинские электроды.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Взаимодействие различных тканей и электролитов. Электроды I и II рода для измерений потенциалов на биообъекте. Слабополяризующиеся электроды. ГОСТ на электроды
1.3.	Измерение температуры	<p>Температура как физическая величина. Температурные шкалы. Шкала МПТШ-68. Воспроизведение эталонных значений температуры. Термодинамические уравнения баланса температур. Температурные поля.</p> <p>Классификация датчиков температуры.</p> <p>Манометрические термометры: газовые, жидкостные, конденсационные. Термоэлектронные преобразователи.</p> <p>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.</p>
1.4.	Измерение механических характеристик: измерение давления; измерение скорости и ускорения	<p>Давление как физическая величина. Шкалы давления. Воспроизведение эталонных значений давления.</p> <p>Классификация датчиков давления.</p> <p>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. Скорость как физическая величина. Воспроизведение эталонных значений скорости. Классификация датчиков скорости и ускорения. Механические способы измерения скорости и ускорения, электрические преобразователи.</p> <p>Радиочастотные методы измерений с использованием</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		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.
1.5.	Измерение расхода	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.
1.6.	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. Электроды чувствительные к составу. Классификация датчиков электродов. Полупроводниковые датчики газового состава. Электролитические способы измерения концентраций. Способы определения состава вещества

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		спектральными и оптическими способами.
1.7.	Интерфейсы датчиков	Влияние помех на цепи включения датчиков. Классификация интерфейсов. Параллельный и последовательные интерфейсы. Интерфейс RS-232. Порядок обмена по интерфейсу RS-232C. Интерфейс I2C. Физический уровень. Организация памяти. Арбитраж шины I2C. Интерфейс SPI. Электрическое подключение. Протокол передачи. Сравнение с шиной I2C. Производные и совместимые протоколы. Интерфейс CAN.
1.8.	Цифровые измерительные системы (Системы интернета вещей)	Методики включения датчиков в систему с микроконтроллером. Увязка системы датчиков. Измерительные комплексы на базе промышленного измерительного оборудования NI. Системы параллельного съема информации. Фиксация результатов измерений. Набор данных в базы данных и облачные хранилища.

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
Реферат	Реферат выполняется по вариантам и должен соответствовать следующим требованиям: 1. Реферат на тему из списка тем оформляется на по ГОСТ 7.32-2017 (за исключением титульного листа и списка исполнителей) 2. Объем реферата 15-25 страниц. Должен содержать ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСТОЧНИКОВ, СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ и ОБОЗНАЧЕНИЙ, 3 Главы. 3. Глава 1 - Содержит общие исторические сведения об измеряемой величине; Глава 2 - Содержит конструкции, физико-математическую теорию построения датчиков данного вида, схемы включения и пр.; Глава 3 - Обзор рынка датчиков данного вида (таблицы основных

	производителей, номенклатура диапазон измеряемой величины, интерфейс цена, ссылка на сайт производителя)
Лабораторная работа	Лабораторные работы выполняются при помощи специального ПО
Тестирование	Тестирование проводится с использованием портала "Энергия знаний". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 60 минут.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

### **5.1. Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

### **5.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

### **5.3. Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе проводится в форме . Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

### **5.4. Независимый контроль качества обучения**

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

## **6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) литература НТБ МЭИ:

1. 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/elib/view.php?id=7480;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7480)

2. 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 .;

3. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики : пер. с англ. / Р. Г. Джексон . – М. : Техносфера, 2007 . – 384 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-948361-11-6 .;

4. 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 .;

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/elib/view.php?id=10488>;

6. 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 ..

б) литература ЭБС и БД:

1. 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>.

в) используемые ЭБС:

1. Научная электронная библиотека  
<https://elibrary.ru/>;

2. ЭБС Лань  
<https://e.lanbook.com/>;

3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)  
<http://elib.mpei.ru/login.php>.

## **6.2. Кадровое обеспечение**

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложение Е.

## **6.3. Финансовое обеспечение**

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

#### 6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа утверждена	19.01.2023

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность)

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

(подпись)

В.В.  
Крутских

(расшифровка  
подписи)