

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СХЕМОТЕХНИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 109,2 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>7 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>7 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

П.А. Рашитов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

П.А. Рашитов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186f

М.Г. Асташев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов проектирования электрических схем для измерения физических величин и схемотехнических способов получения интегральных параметров аналоговых и цифровых сигналов

### Задачи дисциплины

- приобретение навыков проектирование измерительного тракта сигналов, полученных с различных типов датчиков физических величин;
- освоение принципов организации электронных схем для получения интегральных параметров сигналов;
- формирование навыков схемотехнической реализации базовых устройств индикации цифровых значений;
- освоение способов получения интегральных величин из аналоговых сигналов.

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-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники	знать: - основные типы интегральных микросхем для работы с аналоговыми сигналами; - основные схемотехнические узлы измерительных усилителей.  уметь: - производить расчет измерительного тракта с последующим отображением информации; - применять различные типы интегральных микросхем для обработки аналоговых сигналов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 5 зачетных единиц, 180 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	Измерительные усилители	32	7	12	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Измерительные усилители" материалу. Домашнее задание выполняется письменно и представляет расчет измерительного тракта для заданного вида резистивного датчика</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 59-83</p>	
1.1	Измерительные усилители	32		12	4	-	-	-	-	-	-	16	-		
2	Аналого-цифровые преобразователи	28		8	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аналого-цифровые преобразователи"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 59-101</p>
2.1	Аналого-цифровые преобразователи	28		8	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	
3	Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов	26		8	4	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 315-392</p>
3.1	Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов	26	8	4	-	-	-	-	-	-	-	14	-		
4	Цифровая индикация	22	4	4	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>	

	измеряемых величин													<b><i>теоретического материала:</i></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Цифровая индикация измеряемых величин"
4.1	Цифровая индикация измеряемых величин	22	4	4	-	-	-	-	-	-	14	-		<b><i>Изучение материалов литературных источников:</i></b> [1], стр. 247-290
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>75.7</b>	<b>33.5</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>109.2</b>			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Измерительные усилители

##### 1.1. Измерительные усилители

Структура измерительного тракта: датчик, измерительный усилитель, исполнительное устройство.. Требования к структуре измерительного усилителя. Анализ его паразитных параметров.. Стандартные микросхемы интегральных измерительных усилителей..

#### 2. Аналого-цифровые преобразователи

##### 2.1. Аналого-цифровые преобразователи

Аналого-цифровое преобразование измеренной величины. Параллельный АЦП.. АЦП последовательного типа. АЦП с последовательным приближением.. АЦП с двойным интегрированием. Сигма-дельта АЦП..

#### 3. Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов

##### 3.1. Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов

Способы преобразования информации о переменном сигнале в постоянный сигнал. Способ нахождения амплитуды сигнала. Способ нахождения действующего значения. Аналоговые умножители сигналов: логарифматор, антилогарифматор.. Аналоговые фильтры нижних частот.. Способы измерения фазового сдвига между двумя сигналами..

#### 4. Цифровая индикация измеряемых величин

##### 4.1. Цифровая индикация измеряемых величин

Семисегментный индикатор. Дешифратор для семисегментного индикатора.. Преобразователи в двоично-десятичный код.. Счетчик с выходом для управления семисегментным индикатором. Измерение и отображение частоты, периода и фазового сдвига сигнала..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Измерительные усилители;
2. Генератор линейно изменяющего напряжения;
3. Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону;
4. Измерение частоты переменного сигнала.

### **3.5 Консультации**

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Измерительные усилители"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Аналого-цифровые преобразователи"

3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Цифровая индикация измеряемых величин"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Измерительные усилители"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аналого-цифровые преобразователи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Цифровая индикация измеряемых величин"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Измерительные усилители"
2. Консультации проводятся по разделу "Аналого-цифровые преобразователи"
3. Консультации проводятся по разделу "Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов"
4. Консультации проводятся по разделу "Цифровая индикация измеряемых величин"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 7 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Разработка измерителя активной мощности
- Разработка измерителя реактивной мощности
- Разработка измерителя частоты
- Разработка схемы счета пропадающих импульсов напряжения
- Разработка измерителя коэффициента нелинейных искажений
- Разработка измерителя фазового сдвига
- Разработка измерителя полной мощности
- Разработка измерителя индуктивности дросселя
- Разработка измерителя емкости конденсатора
- Разработка измерителя временных интервалов
- Разработка измерителя периода сигнала
- Разработка измерителя коэффициента мощности

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 6	7 - 10	11 - 14	15 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3, 4	1, 2, 3, 4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	30	30	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	50	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Датчики физических величин и измерительные усилители
2	Схемотехника узлов формирующих временной интервал
3	Формирование управляющих сигналов с широтно-импульсной модуляцией
4	Индикация измеряемых величин



### 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	
<b>Знать:</b>						
основные схемотехнические узлы измерительных усилителей	ИД-2ПК-2	+				Контрольная работа/Аналоговое преобразование сигналов
основные типы интегральных микросхем для работы с аналоговыми сигналами	ИД-2ПК-2		+			Лабораторная работа/Генератор линейно изменяющегося напряжения
<b>Уметь:</b>						
применять различные типы интегральных микросхем для обработки аналоговых сигналов	ИД-2ПК-2			+		Лабораторная работа/Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону
производить расчет измерительного тракта с последующим отображением информации	ИД-2ПК-2				+	Лабораторная работа/Измерение частоты переменного сигнала

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Аналоговое преобразование сигналов (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Генератор линейно изменяющегося напряжения (Лабораторная работа)
2. Измерение частоты переменного сигнала (Лабораторная работа)
3. Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №7)

В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Итоговая оценка по курсовой работе выставляется в соответствии с положением о БАРС.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Щука, А. А. Электроника: [в 4 ч.]. Ч. 2. Микроэлектроника : учебник для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / А. А. Щука ; ред. А. С. Сигов . – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020 . – 326 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-01867-7 .;
2. Датчики : [справочное пособие] / В. М. Шарапов, и др. ; ред. В. М. Шарапов, Е. С. Полищук . – М. : Техносфера, 2012 . – 624 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-94836-316-5 .;
3. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника : Учебник для энергетических и электромеханических специальностей вузов / Ю. С. Забродин . – 2-е изд., стер . – М. : Альянс, 2008 . – 496 с. - ISBN 978-5-903034-34-5 .;
4. В. Б. Топильский- "Схемотехника аналого-цифровых преобразователей: учебное издание", Издательство: "Техносфера", Москва, 2014 - (290 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273796>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Micro-Cap.

### 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Д-427, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-303, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-427, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-101д, Лаборатория схемотехники и автономных преобразователей	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101д, Лаборатория схемотехники и автономных преобразователей	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, лабораторный стенд
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Д-427, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-324/1, Преподавательская каф. "Пром.эл."	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды
Помещения для хранения оборудования	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в

и учебного инвентаря		Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
----------------------	--	---

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Специальные вопросы схемотехники

(название дисциплины)

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Аналоговое преобразование сигналов (Контрольная работа)
- КМ-2 Генератор линейно изменяющегося напряжения (Лабораторная работа)
- КМ-3 Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону (Лабораторная работа)
- КМ-4 Измерение частоты переменного сигнала (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Измерительные усилители					
1.1	Измерительные усилители		+			
2	Аналого-цифровые преобразователи					
2.1	Аналого-цифровые преобразователи			+		
3	Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов					
3.1	Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов				+	
4	Цифровая индикация измеряемых величин					
4.1	Цифровая индикация измеряемых величин					+
Вес КМ, %:			20	30	30	20

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Специальные вопросы схемотехники

(название дисциплины)

7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Оценка выполнения раздела 1
- КМ-2 Оценка выполнения раздела 2
- КМ-3 Оценка выполнения разделов 3, 4
- КМ-4 Качество оформления отчета по КР

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	10	14	16
1	Датчики физических величин и измерительные усилители		+			+
2	Схемотехника узлов формирующих временной интервал			+		+
3	Формирование управляющих сигналов с широтно-импульсной модуляцией				+	+
4	Индикация измеряемых величин				+	+
Вес КМ, %:			20	30	30	20