

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.О.20 «Технологии промышленной электроники»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске

В.В. Рожков

« 10 » 20 21 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Технологии промышленной электроники**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность): 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль: «Промышленная электроника»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Смоленск

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.О.20 «Технологии промышленной электроники»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

**Программу составил:**

канд. техн. наук, доцент

подпись

Астахов С. П.

ФИО

«28» сентября 2022 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«29» сентября 2022 г., протокол № 1

**Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«08» октября 2022 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

Зуева Елена Владимировна

ФИО

«08» октября 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Б1.О.20 «Технологии промышленной электроники» относится к обязательной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.05 «Физика»; Б1.О.07 «Химия», Б1.О.19 «Введение в электронику».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1 Самостоятельно проводит экспериментальные исследования	<b>Знает:</b> Как самостоятельно проводить экспериментальные исследования <b>Умеет:</b> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования <b>Владеет:</b> Методами самостоятельного проведения экспериментальных исследований
	ОПК-2.2 Использует основные приемы обработки и представления полученных данных	<b>Знает:</b> Как использовать основные приемы обработки и представления полученных данных <b>Умеет:</b> Использовать основные приемы обработки и представления полученных данных <b>Владеет:</b> Методами использования основных приемов обработки и представления полученных данных

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
 Профиль «Промышленная электроника»  
 РПД Б1.О.20 «Технологии промышленной электроники»



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

-	-	Форма контроля							з.е.		-	Итого акад.часов						Курс 1													
		Экз	За	ЗаО	КП	КР	Реферат	РГР	Экспертное	Факт		Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Конт роль	Сем. 1							Сем. 2						
з.е.	Итого										Лек							Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль	з.е.	Итого	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль	
Б1.О.20	Технологии промышленной электроники	2						5	5	36	180	180	52	92	36									5	180	18	34			92	36

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

###### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;  
 ЗаО — зачет с оценкой;  
 За — зачет;

###### Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;  
 Лек. — лекционные занятия;  
 Лаб. — лабораторные работы;  
 Пр. — практические занятия;  
 КРП — курсовая работа (курсовой проект);  
 РГР — расчетно-графическая работа (реферат);  
 СР — самостоятельная работа студентов;  
 з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание										
1	Лекционные занятия 9 шт. по 2 часа: 1.1 Общие вопросы измерений в электронике. Технологии измерения напряжения и силы постоянного тока. 1.2 Технологии измерения напряжения и силы переменного тока. 1.3 Технологии измерения $RLC$ -параметров элементов электрических цепей. 1.4 Технологии исследование формы и параметров электрических сигналов. 1.5 Технологии исследование тракта прохождения электрических сигналов. 1.6 Основные технологии электрических соединений. 1.7 Основные сведения о резисторах, соединителях и устройствах коммутации. 1.8 Основные сведения о конденсаторах, индуктивностях дросселях и трансформаторах. 1.9 Технологии измерения неэлектрических величин и автоматизированного измерения параметров элементов электрических цепей.										
2	Лабораторные работы 1 шт. по 2 часа, 8 шт. по 4 часа: 2.1 Изучение основ эксплуатации измерительных приборов. 2.2 Измерение разности потенциалов в электрических цепях (величины напряжения) с помощью цифрового мультиметра. 2.3 Измерение силы постоянного тока в электрических цепях с помощью цифрового мультиметра. 2.4 Измерение напряжения и силы переменного тока в электрических цепях с помощью цифрового мультиметра (комбинированного цифрового прибора). 2.5 Исследование точности номинального ряда партии резисторов с помощью цифрового мультиметра. 2.6 Измерение параметров периодических сигналов в электрических цепях с помощью цифрового осциллографа. 2.7 Исследование электрических цепей с помощью цифрового осциллографа и генератора измерительных сигналов. 2.8 Исследование электрических цепей с помощью характериографа на основе цифрового осциллографа. 2.9 Подготовка и проведение монтажной пайки электронных компонентов.										
3	Самостоятельная работа студентов: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="text-align: right;"><b>час.</b></td> </tr> <tr> <td>3.1. Изучение материалов лекций</td> <td style="text-align: right;"><b>36</b></td> </tr> <tr> <td>3.2. Подготовка к лабораторным работам</td> <td style="text-align: right;"><b>66</b></td> </tr> <tr> <td><b>Всего:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>92</b></td> </tr> <tr> <td>3.3. Подготовка к экзамену</td> <td style="text-align: right;"><b>36</b></td> </tr> </table>		<b>час.</b>	3.1. Изучение материалов лекций	<b>36</b>	3.2. Подготовка к лабораторным работам	<b>66</b>	<b>Всего:</b>	<b>92</b>	3.3. Подготовка к экзамену	<b>36</b>
	<b>час.</b>										
3.1. Изучение материалов лекций	<b>36</b>										
3.2. Подготовка к лабораторным работам	<b>66</b>										
<b>Всего:</b>	<b>92</b>										
3.3. Подготовка к экзамену	<b>36</b>										

**Текущий контроль:** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация).
2	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Допуск к лабораторной работе.
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
4	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология устного опроса.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Понятия и термины в теории и практике измерений, точность измерения и погрешность измерения.
2. Понятия и термины в теории и практике измерений, основные единицы измерения физических величин.
3. Классификация измерений по способу получения результата измерения
4. Классификация измерений по точности измерений.
5. Классификация измерений по форме выражения результата измерения.
6. Элементарные средства измерений.
7. Комплексные средства измерений.
8. Характеристики и параметры средств измерений.
9. Классификация методов измерения электрических величин.
10. Измерение электрических величин методами непосредственной оценки.
11. Измерение электрических величин методами сравнения с мерой.
12. Измерение электрических величин методами совпадения.
13. Измерение электрических величин методами замещения.
14. Измерение электрических величин методами уравнивания.
15. Приборы магнитоэлектрической системы, устройство.
16. Приборы магнитоэлектрической системы, принцип действия.
17. Непосредственная оценка силы постоянного тока (на примере прибора магнитоэлектрической системы).
18. Измерение постоянного напряжения (на примере прибора магнитоэлектрической системы).
19. Классификация шкал аналоговых измерительных приборов.
20. Особенности комбинированных аналоговых измерительных приборов.

21. Особенности комбинированных цифровых измерительных приборов (на примере 830-й серии).
22. Основные параметры переменного тока и напряжения переменного тока (перечислить). Мгновенное значение.
23. Основные параметры переменного тока и напряжения переменного тока (перечислить). Пиковое значение.
24. Основные параметры переменного тока и напряжения переменного тока (перечислить). Среднее значение.
25. Основные параметры переменного тока и напряжения переменного тока (перечислить). Средневыпрямленное значение.
26. Основные параметры переменного тока и напряжения переменного тока (перечислить). Среднеквадратическое значение.
27. Преобразователи переменного тока в постоянный ток в измерительных цепях измерительных приборов.
28. Параметры сосредоточенных элементов электрических цепей, емкостной импеданс.
29. Параметры сосредоточенных элементов электрических цепей, индуктивный импеданс.
30. Схемы замещения сосредоточенных элементов электрических цепей.
31. Классификация методов измерения параметров двухполюсников, метод вольтметра-амперметра.
32. Классификация методов измерения параметров двухполюсников, мостовой метод измерения.
33. Общее устройство и принцип работы осциллографа.
34. Назначение основных органов управления осциллографа запоминающего цифрового АКПП-4115/1А.
35. Назначение основных разъемов осциллографа запоминающего цифрового АКПП-4115/1А.
36. Назначение основных органов управления генератора сигналов АКТАКОМ AWG-4105.
37. Назначение основных разъемов генератора сигналов АКТАКОМ AWG-4105.
38. Классификация основных технологий электрических соединений.
39. Физико-химические основы монтажной пайки, стадии образования паяного соединения.
40. Назначение и основные свойства припоев для монтажной пайки.
41. Назначение и основные свойства флюсов для монтажной пайки.
42. Технология монтажа в отверстия, этапы технологического процесса.
43. Технология монтажа в отверстия, последовательность технологических операций при ручной пайке.
44. Контроль температуры при ручной пайке, способы осуществления.
45. Технология монтажа в отверстия, последовательность технологических операций при пайке погружением.
46. Технология монтажа в отверстия, последовательность технологических операций при пайке волной припоя.
47. Технология поверхностного монтажа, этапы технологического процесса.
48. Технология поверхностного монтажа, последовательность технологических операций при пайке волной припоя.
49. Технология поверхностного монтажа, последовательность технологических операций при пайке оплавлением паяльной пасты.
50. Температурный профиль пайки поверхностного монтажа.

Типовые задачи:

- I. Рассчитать сопротивление шунта для расширения пределов измерения по току до заданного значения по известным величинам внутреннего сопротивления и тока полного отклонения.

II. Рассчитать сопротивление добавочного сопротивления для расширения пределов измерения по напряжению до заданного значения по известным величинам внутреннего сопротивления и тока полного отклонения.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины.. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».
«неудовлетворительно» / не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных



	занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.
--	--

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий и промежуточной аттестации, оснащённая:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- демонстрационным оборудованием:
- персональным компьютером (ноутбуком);
- переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащённая:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием:
- персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, оснащённая:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- средствами измерений;
- лабораторными макетами;
- оборудованием для пайки.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащённое:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- персональным компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

**Программное обеспечение:** *Microsoft Office, Mat lab, Mathcad, Micro-Cap.*

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

**для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

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

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Волегов, А.С. Электронные средства измерений электрических величин : учебное пособие / А.С. Волегов, Д.С. Незнахин, Е.А. Степанова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 105 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7996-1330-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275824](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275824)

**Дополнительная литература:**

1. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике. [Электронный ресурс] : Монографии / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 688 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/900>.
2. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов; под ред. В. П. Дьяконова .— М. : ДМК Пресс, 2011 .— 687 (1 экз. на абонементе).
3. Афонский, А.А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2009. — 544 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/13744>.

**Список авторских методических разработок:**

Авторские методические разработки расположены по ссылке:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1ZE\\_E3Rh1qbD0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG](https://drive.google.com/drive/folders/1ZE_E3Rh1qbD0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG).

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10