

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.В.10 «Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов»



**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  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 25 » 08 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов**  
(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: 2021

Смоленск

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.В.10 «Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов»



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:**

Старший преподаватель кафедры  
«Электроники и микропроцессорной техники»

  
подпись

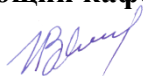
Смолин Владимир Алексеевич  
ФИО

«24» июня 2021 г.

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

«25» июня 2021 г., протокол № 11

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

  
подпись

Якименко Игорь Владимирович  
ФИО

«02» июля 2021 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

«02» июля 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** 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.

**Задачи:** 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.В.10 «Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов» относится к вариативной части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.В.01 «Основы информационной электроники»; Б1.В.03 «Встраиваемые системы»; Б1.В.04 «Приемопередающие устройства»; Б1.В.07 «Основы цифровой электроники»; Б1.В.ДВ.02.01 «Автоматизированное проектирование электронных устройств»; Б1.В.ДВ.02.02 «Конструирование электронных устройств».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б1.В.15 «Аппаратные средства микроконтроллеров»; Б1.В.16 «Проектирование электронных устройств»; Б2.В.03(Н) «Научно-исследовательская работа»; Б3.01 «Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы».

## 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
<b>ПК-3</b> Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<b>ПК-3.1</b> Выполняет расчет электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием	<b>Знает:</b> как выполнять расчет цифровых электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием <b>Умеет:</b> выполнять расчет цифровых электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием <b>Владеет:</b> методами выполнения расчетов цифровых электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием
	<b>ПК-3.2</b> Выполняет проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с	<b>Знает:</b> как выполнять проектирование цифровых электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств

	техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	автоматизации проектирования <b>Умеет:</b> выполнять проектирование цифровых электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования <b>Владеет:</b> Методами выполнения проектирования цифровых электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
--	--	--

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
 Профиль «Промышленная электроника»  
 РПД Б1.В.10 «Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов»



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

-	-	Форма контроля								з.е.		-	Итого акад.часов						Курс 3																				
		Эк за ме н	Зач ет	Зач ет с оц.	К П	КР	Ре фе рат	Р Г Р	Экс пер тное	Фа кт	Час ов в з.е.		Экс пер тное	По пла ну	Конт акт часы	С Р	Ко нт ро ль	Сем. 5							Сем. 6														
з. е.	И то го											Л ек						Л аб	П р	К Р П	С Р	Ко нт ро ль	з. е.	И то го	Л ек	Л аб	П р	К Р П	С Р	Ко нт ро ль									
Б1.В.10	Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов	6					6	5	5	36	180	180	44	1 0 0	36																5	1 8 0	3 0	14				1 0 0	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 15 шт. по 2 часа ( <b>30 час.</b> ): <b>Тема 1.</b> Цифро-аналоговые преобразователи. 1.1. Параллельные ЦАП 1.2. Последовательные ЦАП 1.3. Основные параметры ЦАП <b>Тема 2.</b> Аналого-цифровые преобразователи. 1.4. Основные параметры АЦП 1.5. Устройства выборки-хранения 1.6. Последовательные АЦП 1.7. Параллельные АЦП 1.8. Интерфейсы АЦП и ЦАП <b>Тема 3.</b> Усилители сигнала. Масштабирующие усилители. 1.9. Характеристики прецизионных операционных усилителей 1.10. Операционные усилители с однополярным питанием 1.11. Инструментальные усилители 1.12. Изолированные усилители <b>Тема 4.</b> Датчики физических величин. 1.13. Резистивные датчики 1.14. Емкостные и индуктивные датчики 1.15. Полупроводниковые датчики
2	лабораторные работы 3 шт. по 4 часа и 1 шт. 2 часа ( <b>14 час.</b> ): 2.1. Исследование параметров ЦАП и АЦП. 2.2. Исследование параметров резистивных датчиков. 2.3. Исследование параметров емкостных датчиков. 2.4. Контрольное занятие.
3	расчетно-графическая работа «Расчёт преобразователя сигнала датчика».
4	самостоятельная работа студентов: <span style="float: right;">час.</span> 4.1. Изучение материалов лекций <span style="float: right;">30</span> 4.2. Подготовка к лабораторным работам <span style="float: right;">20</span> 4.3. Расчетно-графическая работа <span style="float: right;">50</span> <b>Всего:</b> <span style="float: right;"><b>100</b></span> 4.4. Подготовка к экзамену <span style="float: right;">36</span>

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

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде).

		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: зачет или 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. ЦАП. Статические параметры ЦАП.
2. ЦАП. Динамические параметры ЦАП.
3. АЦП. Статические и динамические параметры.
4. Устройства выборки-хранения.
5. Последовательные АЦП с единичным приближением.
6. Последовательные АЦП с двоично-взвешенным приближением.
7. АЦП с промежуточным преобразованием в интервал времени.
8. АЦП с промежуточным преобразованием напряжения в частоту.
9. Параллельные АЦП.
10. Датчики. Классификация датчиков.
11. Помехозащищенные схемы включения датчиков.

### ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

#### «Расчёт преобразователя сигнала датчика»

Расчетное задание по дисциплине состоит из двух частей:

1. Рассчитать усилитель для обеспечения заданных параметров измерения физической величины (параметры датчика указываются в таблице заданий). Номинальные значения резисторов и конденсаторов должны соответствовать ряду E96.
2. Промоделировать рассчитанную схему в программе схемотехнического анализа Micro-Cap. Проверить соответствие полученных результатов требованиям задания. Объяснить причину различий (если таковые имеются).

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

	<p>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 выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».</p>
<p>«хорошо»/                  «зачтено                  (хорошо)»/                  «зачтено»</p>	<p>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 выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».</p>
<p>«удовлетворительно»/                  «зачтено                  (удовлетворительно)»/                  «зачтено»</p>	<p>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..</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».</p>
<p>«неудовлетворительно»                  / не зачтено</p>	<p>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.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

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



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

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

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

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

**Программное обеспечение:** Matlab, 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. Шогенов, А.Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника: учебник / А.Х. Шогенов, Д.С. Стребков, Ю.Х. Шогенов; под редакцией Д.С. Стребкова. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 416 с. — ISBN 978-5-9221-1784-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104973> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Топильский, В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей. Учебное издание: учебное пособие / В.Б. Топильский. — Москва: Техносфера, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-94836-383-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73542> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 528 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61027](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61027) — Загл. с экрана.
4. Красовский, А.Б. Аналого-цифровой и цифроаналоговый преобразователи: учебно-методическое пособие / А.Б. Красовский, В.А. Соболев. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 44 с. — ISBN 978-5-7038-3741-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52084> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Датчики: справочное пособие / В.М. Шаратов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой, Г.Г. Ишанин. — Москва: Техносфера, 2012. — 624 с. — ISBN 978-5-94836-316-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/73560> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература.**

1. Рафиков, Р.А. Электронные цепи и сигналы. Аналоговые сигналы и устройства : учебное пособие / Р.А. Рафиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-2695-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95135> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лурье, М.С. Микросистемные преобразователи (аналитический обзор) / М.С. Лурье. — Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2015. — 182 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70196> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров: Под ред. О.П. Глудкина. — М.: Радио и связь, 2003 (21 экземпляр на абонементе).
4. Перепелкин, Д.А. Схемотехника усилительных устройств: учебное пособие / Д.А. Перепелкин. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. — 238 с. — ISBN 978-5-9912-0348-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63239> (дата обращения: 19.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Список авторских методических разработок.**

Авторские методические разработки расположены по ссылке:  
<https://drive.google.com/drive/folders/1oTbPuEAaz3KzrgP92t3fD84D0viArQQr?usp=sharing>.

### 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