

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники



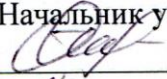
ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника
Профиль – Микроэлектроника и твердотельная электроника

Рабочая программа

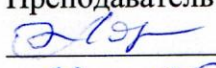
СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

 О.Б.Широколобова
« 14 » 06, 2017 г.

Разработал

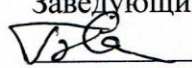
Преподаватель КФТТМ

 А.В.Штро
« 22 » 05, 2017 г.

Принято на заседании КФТТМ

Протокол № 10 от 22.05 2017 г.

Заведующий кафедрой ФТТМ, проф.

 Б.И.Селезнев

1 Цели освоения учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ) «Промышленная электроника» заключается в формировании компетентности у студентов в области действия и возможностях устройств промышленной электроники, их основных характеристик, параметров, и условий эксплуатации.

Основные задачи УМ:

- изучение основных принципов построения электронных систем и устройств;
- изучение принципов построения, методов анализа и синтеза усилительных устройств, генераторов, импульсных и цифровых устройств;
- изучение принципов построения, методов анализа и синтеза источников питания и устройств преобразовательной техники.

Ведущая идея учебного модуля – освоение программы УМ должно подготовить будущих специалистов к технически грамотному применению устройств промышленной электроники, дальнейшему изучению специальной литературы, умению системного анализа и синтеза устройств промышленной электроники, обоснованному выбору входящих в них блоков и элементов.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Учебный модуль «Промышленная электроника» является модулем по выбору блока 1, читается в 7 семестре.

Для изучения УМ используются знания, полученные при изучении модулей «Физика», «Математика», «Физические основы электроники», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Физика конденсированного состояния», «Основы проектирования и технологии электронной компонентной базы».

В результате освоения предшествующих модулей и для изучения УМ «Промышленная электроника», обучающиеся должны:

знать:

- основные понятия, физические явления и эффекты, определяющие принцип действия микроэлектронных приборов;
- основные типы полупроводниковых и электровакуумных приборов;

уметь:

- решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики и математики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;

владеть:

- элементарными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов.

Знания и умения, полученные при изучении данного модуля, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенции:

- ПК-2 способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;
- ДПК-1 способность к разработке и моделированию конструкций и топологий изделий «система в корпусе».

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-2	повышенный	основы системного анализа и синтеза применительно к устройствам промышленной электроники	работать с современной электронной измерительной техникой; обосновывать выбор элементов электронных устройств; анализировать литературные данные при выборе технических решений	методами расчета основных видов преобразователей электрической энергии, усилителей и генераторов электрических сигналов методами проверки работоспособности электронных устройств
ДПК-1	повышенный	способы и методы передачи, распределения, преобразования электрической энергии; правила построения и чтения чертежей и схем	устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц	прикладным программным обеспечением для проектирования и расчета параметров электронных устройств (P-SPICE, P-CAD)

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
	7 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	3	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	
- лекции	18	ПК-2, ДПК-1
- практические занятия	36	
- лабораторные работы	-	
- в т.ч. аудиторная СРС	9	
- внеаудиторная СРС	54	
Аттестация:		
- зачет		

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

1 Электронные системы

Цель и задачи изучения модуля.

Понятие системы. Классификация систем. Описание и основные характеристики систем (операторный метод, блочное описание систем, точность, чувствительность, разрешающая способность, динамические характеристики систем). Компоненты систем (датчики, усилители, преобразователи сигналов, генераторы, импульсные и цифровые устройства, устройства индикации).

2 Усилители, генераторы и импульсные устройства

Транзисторные усилители (каскад с общим эмиттером и общим коллектором, дифференциальный каскад, усилительные каскады на ПТ, каскады усиления мощности (тепловой режим), усилители с емкостной связью).

Операционный усилитель (ОУ) и схемы на его основе (инвертирующий, неинвертирующий и дифференциальный усилители, интегратор, дифференциатор, логарифмирующий усилитель). Способы уменьшения влияния неидеальностей реальных ОУ. Частотные свойства ОУ, самовозбуждение схем на основе ОУ, понятие частотной коррекции. Активные фильтры на основе ОУ (виды фильтров, понятие аппроксимирующего полинома, реализация фильтров высокого порядка, основные схемы). Генераторы синусоидальных колебаний.

Ключевой режим работы транзистора, нелинейный режим работы ОУ, компараторы. Генераторы импульсов на транзисторах и операционном усилителе. Генераторы линейно изменяющихся напряжений.

3 Цифровые устройства и устройства преобразования сигналов

Основные логические операции и их реализация. Алгебра логики. Понятие и основные виды комбинационных устройств: дешифраторы, шифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, преобразователи кодов, сумматоры. Синтез комбинационных схем с помощью карт Карно.

Понятие последовательностных цифровых устройств. Триггерные устройства: RS, D, T, JK – триггеры). Счетчики – двоичные, двоично-десятичные, реверсивные, универсальные. Регистры – параллельные, последовательные, универсальные.

Программируемые логические матрицы, программируемые логические интегральные схемы, микропроцессоры и микроконтроллеры.

Дискретизация и квантование сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.

4 Сетевые источники питания

Структура маломощного однофазного сетевого источника питания (силовой трансформатор, выпрямитель, фильтр, стабилизатор). Расчет и выбор элементов структуры.

Однофазные источники питания с многократным преобразованием.

Однофазный управляемый выпрямитель.

Трехфазные выпрямители. Регулируемые трехфазные выпрямители. Схемы управления регулирующими выпрямителями. Влияние вентильных преобразователей на питающую сеть.

Импульсные стабилизаторы напряжения: принципы построения, основные параметры, область применения.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ даются в приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра и семестровый (в виде зачета) – по окончании изучения УМ.

Семестровый контроль по УМ проходит на 18 неделе в виде зачета.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом в ходе освоения модуля – 150. Пороговому уровню соответствует 75 баллов.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (приложение Б). Паспорта компетенций представлены в приложении В.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников». Формы текущего контроля: решение задач на практических занятиях, выполнение типового расчета, зачет.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорта компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А

(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Промышленная электроника»

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний об электронных устройствах, используемых в промышленной электронике. Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1. В таблице А.1 также отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий. Содержание разделов представлено в пункте 4.2 рабочей программы модуля. Список основной литературы приведен в приложении Г.

А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – формирование у студентов умений определения основных параметров элементов электронных устройств, навыков расчета и анализа электронных устройств.

Проведение практических занятий строится следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения 1-2 типовых задач у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени – разбор типовых ошибок при решении задач (в конце текущего занятия).

На каждом практическом занятии по результатам самостоятельной работы проставляются баллы.

Для самостоятельной подготовки к практическим занятиям рекомендуется пользоваться методическими указаниями, в которых представлены задачи и рассмотрены примеры решения задач: Штро А.В. Промышленная электроника: задания для самостоятельной работы студентов / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2011. – 6 с. (электронная версия).

А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к выполнению типового расчета, к зачету.

Пример задания типового расчета

Вариант

- 1 Рассчитать импульсный повышающий стабилизатор напряжения с параметрами:
 - 1.1 Входное напряжение - постоянной ($6 \pm 0,6$) В
 - 1.2 Выходное напряжения (27 ± 1) В.
 - 1.3 Диапазон изменения выходного тока (тока нагрузки) - ($0,5 \dots 1$) А.
 - 1.4 Нестабильность выходного напряжения при токе нагрузки 1 А и изменении входного напряжения в пределах, указанных в п. 1.1 - не более 2%.
 - 1.5 Напряжение пульсаций при токе нагрузки 1 А - не более 100 мВ.
- 2 Произвести выбор элементной базы.
- 3 Рассчитать КПД источника питания и мощности, выделяемые его элементами в наихудшем режиме работы.

А.4 Зачет

Зачет проводится на 18 неделе. Студентам предлагается по два теоретических вопроса из списка, приведенного ниже.

Вопросы к зачету по учебному модулю «Промышленная электроника»

1. Понятие электроники
2. Понятие системы.
3. Понятие чёрного ящика.
4. Достоинства и недостатки функционального описания системы.
5. Линейные и нелинейные системы.
6. Системы с обратной связью.
7. Характеристики систем.
8. Динамические характеристики систем.
9. Описание системы в установившемся режиме работы.
10. Описание системы в переходном режиме работы.
11. Свойства преобразования Лапласа.
12. Блочное описание системы.
13. Устойчивость системы.
14. Диаграмма Боде.
15. Компоненты системы.
16. Типы усилителей.
17. Операционный усилитель.
18. Дифференциальный усилитель.
19. Развязывающий усилитель.
20. Усилитель выборки хранения.
21. Активные фильтры (типы фильтров).
22. Способы описания передаточных функций фильтров.
23. Передаточная функция ФНЧ 1-го порядка.
24. Передаточная функция ФНЧ 2-го порядка.

25. Передаточная функция ФВЧ 1-го порядка.
26. Передаточная функция ФВЧ 2-го порядка.
27. Характеристика полосового фильтра 2-го порядка.
28. Характеристика полосно-подавляющего фильтра 2-го порядка.
29. Характеристика фазового фильтра.
30. Схемы активных фильтров.
31. Проектирование фильтров высоких порядков.
32. Генераторы колебаний.
33. RC генераторы колебаний на транзисторах.
34. RC генераторы колебаний на операционном усилителе. Мост Вина.
35. Генераторы импульсов.
36. Усилители на транзисторах.
37. Электропитающие устройства.

Таблица А.1 – Организация изучения учебного модуля «Промышленная электроника»

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература
1 Электронные системы	- вводная лекция - информационная лекция - проведение практических занятий	- изучение литературы по теме - решение задач	1 Основы промышленной электроники: учебник для вузов /В.Г.Герасимов, О.М.Князьков, А.Е.Краснопольский, В.В.Сухоруков/ Под ред. В.Г.Герасимова.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1978. 2 Загер Г. Электронные системы. Теория и применение / Пер. с англ. - М.: Мир, 1980.
2 Усилители, генераторы и импульсные устройства	- информационная лекция - проведение практических занятий	- изучение литературы по теме - решение задач - выполнить расчетное задание	1 Титце Ульрих. Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik: Пер.с нем.: в 2 т. - Т.1. - М.: ДМК Пресс: Додэка-XXI, 2008. – 827 с. 2 Титце Ульрих. Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik: Пер.с нем.: в 2 т. - Т.2. - М.: ДМК Пресс: Додэка-XXI, 2008. – 941 с.
3 Цифровые устройства и устройства преобразования сигналов	- информационная лекция - проведение практических занятий	- изучение литературы по теме - решение задач	1 Преснухин Л.Н. Расчет элементов цифровых устройств: учебн. пособие для вузов / Л.Н.Преснухин, А.А.Воробьев, А.А.Шишкевич / Под ред. Л.Н.Преснухина.- М.: Высш. шк., 1991. 2 Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 782 с. 3 Хорвиц П. Искусство схемотехники: в 3-х т. / П. Хорвиц, У. Хилл; пер. с англ.- 4-е изд. перераб. и доп.- М.: Мир, 1993.
4 Сетевые источники питания	- информационная лекция - проведение практических занятий	- изучение литературы по теме - решение задач - выполнить расчетное задание	1 Горбачев Г. Н. Промышленная электроника: учебник для вузов / Г.Н.Горбачев, Е.Е.Чаплыгин / Под ред. В.А.Лобунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988.
Зачет	- проведение зачета	- подготовиться к зачету	

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «Промышленная электроника»
семестр – 7, ЗЕ – 3, вид аттестации – зачет, акад.часов – 108, баллов рейтинга – 150

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недел и сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
1 Электронные системы	1-3	3	6		2	12	решение задач	20
2 Усилители, генераторы и импульсные устройства	4-8	5	10		2	12	решение задач	20
							типовой расчет	20
3 Цифровые устройства и устройства преобразования сигналов	9-12	4	8		2	12	решение задач	20
4 Сетевые источники питания	13-17	5	10		2	12	решение задач	20
							типовой расчет	20
Семестровый контроль	18	1	2		1	6	зачет	30
Итого:		18	36		9	54		150

Критерии оценки качества освоения студентами учебного модуля

- «удовлетворительно» – от 75 до 104 баллов
- «хорошо» – от 105 до 134 баллов
- «отлично» – от 135 до 150 баллов

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ПК-2 способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Повышенный уровень	Знает основы системного анализа и синтеза применительно к устройствам промышленной электроники	Испытывает трудности при демонстрации знаний по основам системного анализа и синтеза	Допускает небольшие неточности при объяснении материала	Демонстрирует хорошие знания
	Умеет работать с современной электронной измерительной техникой; обосновывать выбор элементов электронных устройств	Испытывает трудности с обоснованием выбора элементов	Допускает погрешности при работе с современной электронной измерительной техникой	Может самостоятельно работать с электронной измерительной техникой
	Умеет анализировать литературные данные при выборе технических решений	Не всегда корректно проводит анализ литературных данных	Допускает неточность при выборе технических решений после анализа литературных данных	Способен корректно проанализировать литературные данные и правильно выбрать техническое решение
	Владеет методами расчета основных видов преобразователей электрической энергии, усилителей и генераторов электрических сигналов	Плохо владеет методами расчета	Допускает погрешность при расчетах основных видов преобразователей электрической энергии, усилителей и генераторов электрических сигналов	Способен самостоятельно рассчитать основные виды преобразователей электрической энергии, усилителей и генераторов электрических сигналов
	Владеет методами проверки работоспособности электронных устройств	Испытывает трудности при проверке работоспособности электронных устройств	Недостаточно уверенно владеет методами проверки работоспособности электронных устройств	Четко и правильно проводит проверку работоспособности электронных устройств

ДПК-1 способность к разработке и моделированию конструкций и топологий изделий «система в корпусе».

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Повышенный уровень	Знает способы и методы передачи, распределения, преобразования электрической энергии; правила построения и чтения чертежей и схем.	Испытывает трудности при демонстрации знаний	Допускает небольшие неточности при объяснении материала	Демонстрирует хорошие знания
	Умеет устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц	Испытывает трудности с установлением требований к точности изготовления деталей и сборочных единиц	Допускает погрешности при установлении требований к точности изготовления деталей и сборочных единиц	Может самостоятельно устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц
	Владеет прикладным программным обеспечением для проектирования и расчета параметров электронных устройств (P-SPICE, P-CAD)	Плохо владеет прикладным программным обеспечением для проектирования и расчета параметров электронных устройств	Допускает небольшие погрешности при проектировании и расчете параметров электронных устройств с помощью прикладного программного обеспечения	Уверенно владеет прикладным программным обеспечением для проектирования и расчета параметров электронных устройств

Приложение Г

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «**Промышленная электроника**»

Направление (специальность) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Формы обучения очная

Курс 4 Семестр 7

Часов: всего 108, лекций 18, практ. зан. 36, лаб. раб. -, СРС 54

Обеспечивающая кафедра ФТТМ

Таблица Г.1 – Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2005. - 789,[1]с. : ил.	17	
2. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. для вузов. - 4-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 2006. - 797,[2]с. : ил.	1	
3. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. для вузов. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 797,[2]с. : ил.	1	
4. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 6-е изд., стер. - М. : Кнорус, 2013. - 798 с. : ил.	2	
5. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 6-е изд., стер. - М. : Кнорус, 2016. - 798 с. : ил.	2	
6. Миловзоров О.В. Электроника: учеб.для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 2005. – 287, [1] с.	16	
7. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями : учеб. пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 2008. - 342,[2]с.	5	
Учебно-методические издания		
1 Промышленная электроника: рабочая программа / авт. – сост.: А.В.Штро; НовГУ. – Великий Новгород, 2017. – 15 с.		
2 Штро А.В. Промышленная электроника: задания для самостоятельной работы студентов / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2011. – 6 с.	нет	

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электрон- ный адрес	Примечание

Таблица Г.3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Титце Ульрих. Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik: Пер.с нем.: в 2 т. - Т.1. - М.: ДМК Пресс: Додэка-XXI, 2008. – 827, [1] с.	1	
2. Титце Ульрих. Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik: Пер.с нем.: в 2 т. - Т.2. - М.: ДМК Пресс: Додэка-XXI, 2008. – 941, [1]с.	1	
3. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учеб. пособие / Е. П. Угрюмов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 518 с.	1	
4. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учеб. пособие / Е. П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 782 с.	6	
5. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 782 с.	1	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ Б.И. Селезнев
подпись

_____ 20 ____ г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка