

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ **Дарьенков А.Б.**

подпись

ФИО

“ 25 ” 02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.5 Твёрдотельная электроника

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра _____ ТОЭ

Кафедра-разработчик _____ ТОЭ

Объем дисциплины _____ 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация _____ экзамен

Разработчик (и): Трофимов И.М., к.т.н.

Нижний Новгород 2025 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04. Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 927 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от __ 17.12.2024 __ № 6 __

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ТОЭ протокол от __ 10.02.2025 __ № __ 1 __

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Кралин А.А. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от __ 19.02.2025 __ № __ 1 __

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.04-п-27

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
1.1. Цель освоения дисциплины:	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	14
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6.1. Учебная литература	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	17
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины.....	17
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
7.1. Перечень информационных справочных систем	18
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	22
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	23
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является обеспечение базовых знаний для проведения исследований, разработки и эксплуатации устройств, промышленных установок и технологических процессов, основанных на использовании полупроводниковых приборов, аналоговых и цифровых микросхем.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение элементной базы аналоговой и цифровой техники; основных операций, выполняемых компонентами элементной базы;
- освоение методов расчета параметров электрических цепей, необходимых для организации необходимых режимов работы аналоговых и цифровых интегральных микросхем;
- овладение техникой диагностики электронных устройств, выполненных на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Твердотельная электроника» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.5. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Твердотельная электроника» являются Физика; Математика; Химия; Материалы электронной техники; Теоретические основы электротехники; Материалы электронной техники, Элементы схемотехники.

Дисциплина «Твердотельная электроника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Основы проектирования электронной компонентной базы; Основы проектирования электронных приборов; Квантовая и оптическая электроника; Нанoeлектроника; Схемотехника; Электронные цепи и микросхемотехника; Вторичные источники питания; Основы преобразовательной техники.

Рабочая программа дисциплины «Твердотельная электроника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»				
<i>Код компетенции ПКС-1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Метрология, стандартизация и технические измерения</i>					
<i>Элементы схемотехники</i>					
<i>Элементы устройств автоматического управления</i>					
<i>Основы проектирования электронных приборов</i>					
<i>Электронные цепи и микросхемотехника</i>					
<i>Основы микропроцессорной техники</i>					
<i>Вторичные источники питания</i>					
<i>Основы преобразовательной техники</i>					
<i>Нанoeлектроника</i>					
<i>Численные методы анализа</i>					
<i>Введение в НИРС</i>					
<i>Оптимизация параметров электронных устройств</i>					
<i>Математические основы обработки сигналов</i>					
<i>Математическое моделирование систем</i>					
<i>Компьютерное моделирование электронных устройств</i>					
<i>Методы математической</i>					

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»				
<i>физики</i>					
<i>Устройства бытовой техники</i>					
<i>Компьютерная и микропроцессорная техника в системах автоматики</i>					
<i>Патентоведение</i>					
<i>Программируемые элементы цифровых устройств</i>					
<i>Эргономика и дизайн</i>					
<i>Магнитные элементы электронных устройств</i>					
<i>Электрические аппараты</i>					
<i>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</i>					
<i>Ознакомительная практика</i>					
<i>Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности</i>					
<i>Преддипломная практика</i>					
<i>Научно-исследовательская работа</i>					
<i>Выполнение и защита ВКР</i>					
<i>Код компетенции УК-1</i>					
<i>Философия</i>					
<i>Наноэлектроника</i>					
<i>Элементы схемотехники</i>					
<i>Электронные цепи и</i>					

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»				
<i>микросхемотехника</i>					
<i>Основы микропроцессорной техники</i>					
<i>Вторичные источники питания</i>					
<i>Основы преобразовательной техники</i>					
<i>Нанoeлектроника</i>					
<i>Анализ и синтез устройств электронной техники</i>					
<i>Патентоведение</i>					
<i>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</i>					
<i>Ознакомительная практика</i>					
<i>Преддипломная практика</i>					
<i>Выполнение и защита ВКР</i>					
<i>Функциональные узлы систем управления промышленных источников питания</i>					
<i>Дискретная математика</i>					

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточно й аттестации
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.4 Разрабатывает методику испытаний БКУ	Знать: - методы экспериментального исследования электронных устройств, выполненных на базе цифровых и аналоговых интегральных микросхем	Уметь: - анализировать динамическую и статическую информацию, отражаемую измерительными приборами в процессе экспериментального исследования электронных схем	Владеть: - техникой диагностики электронных устройств, выполненных на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем	Письменный опрос. Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяет ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.	Знать: - элементную базу аналоговой и цифровой техники; основные операции, выполняемые компонентами элементной базы	Уметь: - производить расчет параметров электрических цепей, необходимых для организации необходимых режимов работы аналоговых и цифровых интегральных микросхем	Владеть: - методами анализа аналоговых устройств, на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации	Письменный опрос. Тестирование в системе E-learning.	

Трудовая функция: В/04.6 Планирование и контроль технического обслуживания и ремонта электронных средств и электронных систем БКУ
Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Периодические и квалификационные испытания электронных средств и электронных систем БКУ .

Трудовые умения:

- Работать с измерительным и испытательным оборудованием в пределах выполняемой функции.

Трудовые знания:

- Порядок и правила разработки, оформления, согласования, запуска, тиражирования, корректировки, ведения технической и нормативной документации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ 4
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	14	14
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	8	8
занятия лекционного типа (Л)	3	3
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	5	5
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	121	121
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	121	121
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
4 курс									
ПКС-1, ИПКС-1.4, УК-1, ИУК-1.1	Раздел 1 (Элементная база полупроводниковых приборов)								
	Тема 1.1(Полупроводники в электронике.)	0.5			6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта	1	
	Тема 1.2 (Полупроводниковые диоды. Прямая и обратная ветвь ВАХ , явление пробоя диодов. Разновидности и их классификация: выпрямительные диоды, импульсные диоды, стабилитроны и стабилаторы, диоды Шоттки)	0.5			6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презента-ция проекта		
	Практическое занятие №1 (Расчет электрических параметров полупроводниковых диодов)				6	подготовка к практическим занятиям		1	
	Лабораторная работа №1 (Исследование полупроводниковых диодов)		1		8	подготовка к лабораторным работам		1	
	Тема 1.3(Биполярные транзисторы. Принцип действия и схемы				6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	включения транзистора. Основные схемы включения биполярных транзисторов)								
	Практическое занятие №2 (Расчет электрических параметров биполярных транзисторов)				6	подготовка к практи- ческим занятиям		1	
	Тема 1.4 (Полевые и МДП транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Структура и основные особенности, принцип действия, ВАХ, параметры и режим эксплуатации.)				6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта		
	Практическое занятие №3 (Расчет электрических параметров полевых транзисторов)				6	подготовка к практическим занятиям		1	
	Лабораторная работа №2 (Исследо- вание транзисторов)		1		8	подготовка к лабораторным работам		1	
	Тема 1.5 (Однооперационные, запираемые тиристоры и симисторы. Устройство и принцип действия. Классификация и система обозначения тиристоров.)				6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта		
ПКС-1,	Раздел 2 (Транзисторные усилительные устройства)								
	Тема 2.1(Типовые усилительные	0.5			6	подготовка к лекциям	Публичная	1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИПКС-1.4, УК-1, ИУК-1.1	каскады на п/п приборах. Классификация усилителей по различным признакам. Виды обратной связи в усилителях)					[6.1.1.]	презентация проекта		
	Тема 2.2 (Режимы работы усилительных каскадов. Основные характеристики различных режимов работы усилителей.)				6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта	1	
	Тема 2.3 (Усилители постоянного тока. Однотактный, двухтактный усилитель. Дифференциальный усилитель. Операционные усилители)	0.5			6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта		
	Практическое занятие №4 (Расчет параметров усилительного устройства на биполярных транзисторах)				6	подготовка к практическим занятиям		1	
	Лабораторная работа №3 (Исследование операционного усилителя)		1		8	подготовка к лабора- торным работам			
ПКС-1, ИПКС-1.4, УК-1, ИУК-1.1	Раздел 3 (Интегральные микросхемы)								
	Тема 3.1 (Классификация интегральных микросхем. Конструкция и методы изготовления интегральных схем.)	0.5			6	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта	1	
	Тема 3.2 (Способы представления	0.5			6	подготовка к лекциям	Публичная		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	логических переменных электрическими сигналами. Классификация и области применения основных типов базовых логических элементов(БЛЭ). Состав, схемотехника и принцип действия БЛЭ ТТЛ. Особенности схемотехники БЛЭ ЭСЛ. БЛЭ на МДП – транзисторах. Схемотехника БЛЭ КМОП и КМДП – типа.)					[6.1.1.]	презентация проекта		
	Практическое занятие №5 (Расчет параметров логических элементов)					подготовка к практическим занятиям		1	
	Лабораторная работа №4 (Исследование цифровых интегральных микросхем)		2		1	подготовка к лабораторным работам			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	3	5	0	127				
	ИТОГО по дисциплине	3	5	0	127				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/quest/subject/test/subject_id/1418

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

5.1. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/quest/subject/test/subject_id/1418

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-40% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 41-60% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 61-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 81-100% от max рейтинговой оценки контроля
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяет ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний об элементной базе аналоговой и цифровой техники; основных операциях, выполняемых компонентами элементной базы. Неспособность производить расчет параметров электрических цепей, необходимых для организации необходимых режимов работы аналоговых и цифровых интегральных микросхем. Непонимание основных методов анализа аналоговых устройств	Фрагментарные, поверхностные знания по расчету параметров магнитных элементов Неполное знание элементной базы аналоговой и цифровой техники; основных операциях, выполняемых компонентами элементной базы. Испытание затруднения при расчете параметров электрических цепей, необходимых для организации необходимых режимов работы аналоговых и цифровых интегральных микросхем. Не достаточное владение методами анализа аналоговых устройств.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Знание элементной базы аналоговой и цифровой техники; основных операциях, выполняемых компонентами элементной базы. Способность производить расчет параметров электрических цепей, необходимых для организации необходимых режимов работы аналоговых и цифровых интегральных микросхем. Владение методами анализа аналоговых устройств, на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; Отличное знание элементной базы аналоговой и цифровой техники; основных операциях, выполняемых компонентами элементной базы. Знание основных законов физики, электротехники и электромеханики, связанных с принципом работы магнитных элементов. Способность уверенно производить расчет параметров электрических цепей, необходимых для организации необходимых режимов работы аналоговых и цифровых интегральных микросхем. В полной мере владение методами анализа аналоговых устройств, на основе данных об их функциональном

					назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации.
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.4 Разрабатывает методику испытаний БКУ	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание основных методов экспериментального исследования электронных устройств, выполненных на базе цифровых и аналоговых интегральных микросхем. Не владение техникой диагностики электронных устройств, выполненных на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем	Фрагментарные, поверхностные знания по расчету параметров магнитных элементов. Неполное знание основных методов экспериментального исследования электронных устройств, выполненных на базе цифровых и аналоговых интегральных микросхем. Затруднения в проведении анализа динамической и статической информации, отражаемой измерительными приборами в процессе экспериментального исследования электронных схем. Испытание затруднения при диагностике электронных устройств, выполненных на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Знание основных методов экспериментального исследования электронных устройств, выполненных на базе цифровых и аналоговых интегральных микросхем. Способность анализировать динамическую и статическую информацию, отражаемую измерительными приборами в процессе экспериментального исследования электронных схем. Владение техникой диагностики электронных устройств, выполненных на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; Отличное знание основных методов экспериментального исследования электронных устройств, выполненных на базе цифровых и аналоговых интегральных микросхем. Способность уверенно анализировать динамическую и статическую информацию, отражаемую измерительными приборами в процессе экспериментального исследования электронных схем. В полной мере владение техникой диагностики электронных устройств, выполненных на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

6.1.1. Слепченков М.Н. Гребенщиков В.И. Твердотельная электроника. Комплекс учебно-методических материалов./ М.Н. Слепченков, В.И. Гребенщиков – Нижний Новгород, НГТУ, 2006. – 112 с.

6.1.2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника : Учебник для вузов / Ю. С. Забродин. - 2-е изд.,стер. - М. : Альянс, 2008. - 496 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

6.2.1. Розанов Ю.К. Силовая электроника. Учебник. Гриф М-во образования и науки РФ / Ю.К. Розанов - Изд. Дом МЭИ, 2007. - 502 с.

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины

6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал «Электромеханика»

6.3.2. Научно-технический журнал «Электричество»

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Твердотельная электроника» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1.Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

7.2.Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	SMath Studio
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	P7-Офис
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1244 Аудитория для лекционного цикла и практических занятий	1. Доска маркерно-меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор ACER X138 - 1 шт. 3. Персональный компьютер с выходом на ACER X138(Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 1 шт. 4. Персональные компьютеры (Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 3 шт. 5. Рабочее место студента - 14.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)3. Распространяемое по свободной лицензии Open Office
2	Ауд. 1245 Аудитория для лекционного цикла и практических занятий	1. Доска маркерно-меловая - 1 шт. 2. Доска меловая - 1 шт. 3. Мультимедийный проектор ACER X138 - 1 шт. 4. Персональный компьютер (Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с выходом на ACER X138 с подключением к интернету - 6 шт. 5. Персональные компьютеры (Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 6 шт. 6. Лабораторный стенд "Схемотехника" - 2 шт. 7. Лабораторный стенд "Преобразовательная техника" - 2 шт. 8. Рабочее место студента - 18.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)3. Распространяемое по свободной лицензии Open Office
3	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт..	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972);

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1244 Аудитория для лекционного цикла и практических занятий	1. Доска маркерно-меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор ACER X138 - 1 шт. 3. Персональный компьютер с выходом на ACER X138(Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 1 шт. 4. Персональные компьютеры (Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 3 шт. 5. Рабочее место студента - 14.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)3. Распространяемое по свободной лицензии Open Office
		ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):
- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G.
При преподавании дисциплины «Твердотельная электроника», используются

современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение практических работ;
- типовые вопросы для письменного опроса;

тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
экзамен.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: Твердотельная электроника.

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/1418/resource_id/35975

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

Раздел «Элементная база полупроводниковых приборов»

1. Собственная и примесная проводимость полупроводников
2. Диффузионный и дрейфовый ток в полупроводниках
3. Р-п переход, его свойства.
4. Полупроводниковые диоды. Принцип действия, параметры, ВАХ.
5. Разновидности диодов и их классификация: особенности выпрямительных диодов, импульсных диодов, стабилитронов и стабисторов, диодов Шоттки
6. Биполярные транзисторы. Принцип работы, параметры.
7. Принцип действия и схемы включения транзистора. Определение коэффициент передачи тока при включении БТ по схеме с ОК. Входные и выходные ВАХ БТ.
8. Эмиттерный повторитель. Свойства, параметры, применение.
9. Способы задания рабочей точки биполярного транзистора по постоянному току.
10. Термостабилизация рабочей точки транзистора
11. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Структура и основные особенности, принцип действия, ВАХ, параметры и режим эксплуатации.
12. МДП - транзистор со встроенным каналом. Структура и принцип действия прибора, выходные ВАХ, переходная характеристика МДП транзистора со встроенным каналом.
13. Динистор. Принцип работы, параметры, ВАХ
14. Однооперационный тиристор. Принцип работы, параметры, ВАХ
15. Запираемые тиристоры. Виды, принцип действия.
16. Симисторы. Принцип работы, параметры, ВАХ
17. Предельные режимы работы транзисторов.
18. Пробой транзисторов, виды пробоев, первичные пробойи

Раздел «Транзисторные усилительные устройства»

19. Частотные характеристики усилительных устройств на транзисторах.
20. Обратные связи в усилителях напряжения. Виды обратных связей. Влияние обратных связей на характеристики усилителей.
21. Виды обратной связи в усилителях
22. Характеристики усилительного каскада по схеме с общим эмиттером.
23. Основные принципы построения усилителей класса D. Понятие о широтно – импульсной модуляции. Виды ШИМ.
24. Классификация и основные характеристики усилителей на транзисторах
25. Типовые усилительные каскады на п/п приборах
26. Дифференциальный усилительный каскад

27. Операционные усилители. Свойства ОУ.
28. Основные схемы включения ОУ
29. Резисторно-ёмкостная межкаскадная связь. Схема замещения и анализ работы двухкаскадного усилителя с RC-связью на разных частотах.
30. Двухтактный выходной трансформаторный каскад.

Раздел «Интегральные микросхемы»

31. Классификация интегральных микросхем.
32. Элементы микросхем. Конструкция и технологии изготовления интегральных схем.
33. Основные логические элементы.
34. Типы логических микросхем.
35. Способы представления логических переменных электрическими сигналами.
36. Структура основных ТТЛ-элементов
37. Структура основных КМОП-элементов
38. Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 30 или указывают конкретное количество тестовых заданий	30	60

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G