

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

Образовательно-научный институт электроэнергетики

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Дарьенков А.Б.

подпись

ФИО

“25” февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.Од.13 Вакуумная и плазменная электроника

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ТОЭ

Кафедра-разработчик ТОЭ

Объем дисциплины 72/2
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик (и): Гребенщиков В.И., к.т.н.

Нижний Новгород 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04. Электроника и наноэлектроника, 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-35

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

СОДЕРЖАНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. Цель освоения дисциплины:	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	15
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	15
5.2. Описание показателей и критерии успеваемости, описание шкал оценивания .	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. Учебная литература	18
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	18
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1. Перечень информационных справочных систем	19
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21
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	
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	23
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	23
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	24
11.1.1. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса	24
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины является изучение физических явлений, происходящих в вакуумных и плазменных приборах, используемых в устройствах промышленной электроники.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

Построение математических моделей приборов вакуумной и плазменной электроники для исследования электростатических и электромагнитных полей посредством компьютерного моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Вакуумная и плазменная электроника» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. 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 «Вакуумная и плазменная электроника» являются «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Физические основы электроники».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Основы проектирования электронных приборов», «Электронные цепи и микросхемотехника».

Рабочая программа дисциплины «Вакуумная и плазменная 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 дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	курсы формирования дисциплины				
	Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»				
	1	2	3	4	5
<i>Квантовая и оптическая электроника, ПКС-5</i>				X	
<i>Введение в НИРС, ПКС-5</i>				X	

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	курсы формирования дисциплины				
	1	2	3	4	5
<i>Компьютерная и микропроцессорная техника в системах автоматики, ПКС-5</i>				X	
<i>Магнитные элементы электронных устройств, ПКС-5</i>			X		
<i>Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, ПКС-5</i>				X	
<i>Преддипломная практика ПКС-5</i>					X
<i>Выполнение и защита ВКР ПКС-5</i>					X

**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 наимено- вание компетен- ции	Код и наименование индикатора достиже- ния компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать:	Уметь:	Владеть:	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-5 Способен к техническому контролю процесса изготовления и монтажа электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-5.1 Производит технический контроль монтажа электронных средств	Знать: - простейшие математические модели приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники.	Уметь: применять полученные знания для построения математических моделей приборов вакуумной и плазменной электроники для исследования электростатических и электромагнитных полей посредством компьютерного моделирования	Владеть: - способностью строить простейшие математические модели устройств вакуумной и плазменной электроники	Письменный опрос	Вопросы для устного собеседования

Трудовая функция: В/02.6 Проектирование электронных средств и электронных систем БКУ и осуществление контроля над их изготовлением

Трудовые действия:

Технический контроль процесса изготовления и монтажа электронных средств и электронных систем БКУ

Трудовые умения:

Производить технико-экономический анализ.

Трудовые знания:

Передовой отечественный и зарубежный опыт проектирования и изготовления электронных средств и электронных систем БКУ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ и курсам 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 курсам	
		№ 4	
Формат изучения дисциплины			с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72	
1. Контактная работа:	22	22	
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	18	18	
занятия лекционного типа (Л)	12	12	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	6	6	
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	46	46	
реферат/эссе (подготовка)			
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельный изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	46	46	
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой	4	4	

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

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-5 ИПКС-5.1	Раздел 1 (Вакуумная и плазменная составляющие современной электроники)												
	Тема 1.1(Общая классификация вакуумных и плазменных приборов и устройств. Структура и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами учебного плана. Основные тенденции и направления развития приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники. Перспективы применения вакуумных и плазменных приборов и устройств.)	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 1.2 (Обобщенный подход к изучению вакуумных электронных приборов и устройств. Аналитический обзор принципов действия приборов и устройств различного назначения: ламповых усилителей, электронно-лучевых и рентгеновских трубок, электронно-лучевой сварочной уста-	1			3	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									
ПКС-5 ИПКС-5.1	новки и др. Систематизация физических процессов, происходящих в приборах и устройствах; основные и побочные физические процессы.)												
	Тема 1.3 (Вакуумные электронные приборы и устройства. Основные типы электронных ламп, статические характеристики и параметры, методы их определения. Приборы и устройства плазменной электроники.)	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчёто-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 1 разделу	3	0	0	9								
ПКС-5 ИПКС-5.1	Раздел 2 (Электронная эмиссия, катодный ток и его распределение)												
	Тема 2.1 (Основные виды и законы электронной эмиссии: термоэлектронная, автоэлектронная, вторично-электронная, фотоэлектронная, ионно-электронная эмиссия. Основные типы и параметры термоэлектронных катодов. Способы нагрева и конструкции термокатодов, их достоинства и недо-	1			3	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									
	статки.)												
	Тема 2.2 (Основные задачи, решаемые при создании электронного потока. Вакуумный диод с термокатодом – простейшая система, создающая электронный поток. Электрические поля в диоде. Закон “степени 3/2”. Эффект Шоттки. Триодные и многоэлектродные электронные системы. Сведение этих систем к эквивалентному диоду. Действующий потенциал. Закон “степени 3/2” для триода и многоэлектродных систем. Островковый эффект.)	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Лабораторная работа 1. «Исследование свойств и характеристик электровакуумного диода»		1		2	Подготовка к ЛР [6.1.1.]							
	Тема 2.3 (Токораспределение (токопрохождение) в триодных и многоэлектродных системах. Потери катодного конвекционного тока на промежуточных электродах: параметры, режимы и законы токораспределения. Влияние на токораспределение собственного пространственного заряда	1			3	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									
ПКС-5 ИПКС-5.1	электронного потока. Динатронный эффект и способы его подавления.)												
	Лабораторная работа 2. «Исследование свойств и характеристики электровакуумного триода»		2		2	Подготовка к ЛР [6.1.1.]							
	Лабораторная работа 3(ч.1). «Изучение закономерностей токораспределения в электронных лампах с сетками (тетрод)»,		2		2	Подготовка к ЛР [6.1.1.]							
	Лабораторная работа 3(ч.2). «Изучение закономерностей токораспределения в электронных лампах с сетками (пентод)»		1		2	Подготовка к ЛР [6.1.1.]							
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 2 разделу	3	6	0	17								

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									
ПКС-5 ИПКС-5.1	тронных линз. Электронные прожекторы и пушки Пирса. Электростатические и магнитные электронно-оптические системы.)												
	Тема 3.2 (Способы управления электронными протоками: электрические, магнитные, электромагнитные. Устройства отклонения электронных пучков (лучей): электростатические, магнитные, с бегущей электромагнитной волной. Конструктивные особенности и параметры этих устройств, их достоинства и недостатки.)	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 3 разделу	3	0	0	6								
	Раздел 4 (Плазма газовых разрядов)												
ПКС-5 ИПКС-5.1	Тема 4.1 (Особенности плазмы в газовых разрядах различных типов. Области применения плазмы газовых разрядов в науке и технике. Основные различия в свойствах слабо-и силь-	1			3	подготовка к лекциям [6.1.2.]	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									
	ноионизированной плазмы. Направленный перенос, массы, заряда, энергии и импульса в плазме. Влияние магнитного поля на свойства плазмы. Эмиссионные свойства плазмы. Механизмы ускорения плазменных потоков.)												
	Тема 4.2 (Объемные процессы в плазме газовых разрядов. Особенности движения частиц в плазме. Генерация и рекомбинация частиц в плазме. Излучательные процессы. Параметры плазмы при средних и низких давлениях. Особенности эмиссии частиц из электродов, контактирующих с плазмой. Катодные области в тлеющем разряде. Катодные процессы в дуговых разрядах. Условия возбуждения самостоятельного разряда при средних давлениях. Кривые Пашена. Влияние объемных зарядов на развитие разряда. Вакуумный пробой. Пробой при высоких давлениях. Процессы в коронном и искровом разрядах.)	2			3	подготовка к лекциям [6.1.2.]	Публичная презентация проекта						
	Самостоятельная работа по												

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									
	освоению 4 раздела:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 4 разделу	3	0	0	6								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	12	6	0	46								
	ИТОГО по дисциплине	12	6	0	-46								

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. Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль) находятся п.11.1.1. 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/617

5.1.2. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет), приведены в п.11.1.2.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

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

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

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
ПКС-5 Способен к техническому контролю процесса изготовления и монтажа электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-5.1 Производит технический контроль монтажа электронных средств	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное.</p> <p>Не знает современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Не знает простейшие математические модели приборов и устройств вакуумной и пламенной электроники. Не способен учитывать современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Не способен применять полученные знания для построения математических моделей приборов вакуумной и плазменной электроники для исследования электростатических и электромагнитных полей посредством компьютерного моделирования. Не владеет математическим аппаратом, предназначенным для изучения устройств вакуумной и пламенной электроники с использованием ЭВМ. Не владеет</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания по дисциплине.</p> <p>Не твердо знает современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Не твердо знает простейшие математические модели приборов и устройств вакуумной и пламенной электроники. Не всегда может учитывать современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Не всегда может использовать полученные знания для построения математических моделей приборов вакуумной и плазменной электроники для исследования электростатических и электромагнитных полей посредством компьютерного моделирования. Слабо владеет математическим аппаратом, предназначенным для изучения устройств вакуумной и пламенной электроники с</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне.</p> <p>Знает современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Знает простейшие математические модели приборов и устройств вакуумной и пламенной электроники. Умеет учитывать современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Умеет применять полученные знания для построения математических моделей приборов вакуумной и плазменной электроники для исследования электростатических и электромагнитных полей посредством компьютерного моделирования. Владеет математическим аппаратом, предназначенный для изучения устройств вакуумной и пламенной электроники с</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины.</p> <p>Свободно ориентируется в современных тенденциях развития вакуумной и пламенной электроники. Свободно ориентируется в простейших математических моделях приборов и устройств вакуумной и пламенной электроники. Умеет адекватно учитывать современные тенденции развития вакуумной и пламенной электроники. Умеет адекватно применять полученные знания для построения математических моделей приборов вакуумной и плазменной электроники для исследования электростатических и электромагнитных полей посредством компьютерного моделирования. Владеет свободно математическим аппаратом, предназначенный для изучения устройств вакуумной и пламенной электроники с</p>

		<p>навыками, позволяющими строить простейшие математические модели устройств вакуумной и пламенной электроники.</p>	<p>использованием ЭВМ. Слабо владеет навыками, позволяющими строить простейшие математические модели устройств вакуумной и пламенной электроники.</p>	<p>ченным для изучения устройств вакуумной и пламенной электроники с использованием ЭВМ. Владеет навыками, позволяющими строить простейшие математические модели устройств вакуумной и пламенной электроники.</p>	<p>умной и пламенной электроники с использованием ЭВМ. Уверенно владеет навыками, позволяющими строить простейшие математические модели устройств вакуумной и пламенной электроники.</p>
--	--	---	---	---	--

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза устройств, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий.
Средний уровень «4» (хорошо)	Способен логично мыслить, системно излагает материал, не допускает существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при выполнении лабораторных работ, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий..

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

6.1.1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : Учеб.пособие / А. Д. Сушков. - СПб. : Лань, 2004. - 464 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.:с.458-459. - Прил.:с.447-455.-Предм.указ.:с.456-457. - ISBN 5-8114-0530-8.

6.1.2. Щука А. А. Электроника.Учеб.пособие / А. А. Щука ; Под ред.А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 800 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - Прил.:с.767-791.- Предм.указ.:с.792-799. - ISBN 5-94157-461-4.

6.1.3. Методы расчета сложных вакуумных систем / С. Б. Нестеров [и др.] ; Под общ.ред.С.Б.Нестерова, А.В.Бурмистрова. - М. : Техносфера, 2012. - 384 с. : ил. - (Мир физики и техники). - Библиогр.:с.365-373. - ISBN 978-5-94836-337-0.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

6.2.1. Справочник по вакуумной технике и технологиям : Пер.с англ. / Г. С. Эш [и др.] ; Под ред.Д.Хоффман, Б.Сингха, Дж.Томаса. - М. : Техносфера, 2011. - 736 с. : ил. - (Мир радиоэлектроники). - Библиогр.в конце гл. - Предм.указ.:с.722-735. - ISBN 978-5-94836-294-6; 978-0-12-352065-4(англ.).

6.2.2. Справочник по вакуумной электронике. Компоненты и устройства : Пер.с англ. / Г. Баснер [и др.] ; Под ред.Дж.Айхмайера, М.Тамма. - М. : Техносфера, 2011. - 504 с. : ил. - (Мир электроники). - Библиогр.в конце гл. - Предм.указ.:с.492-503. - ISBN 978-5-94836-301-1; 978-3-540-71928-1(англ.).

6.2.3. Битнер, Л.Р. Вакуумная и плазменная электроника [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2007. — 151 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4964 — Загл. с экрана.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1. Опорный конспект лекций:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/617/resource_id/20471

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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

7.1.1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

7.1.2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

7.1.3. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

7.1.4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

7.1.5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7.1.6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и 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/

В таблице 9 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

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)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
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 РОС-СТАНДАРТ	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 «Техспектр»	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 12 - 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. 1245 Аудитория для лекционного цикла и лабораторных 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
2	Ауд. 8110 Класс для самостоя-	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №

№	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
	тельной работы	2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 8 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	Tr113003 от 25.09.14); <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)

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 работы 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 «Вакуумная и плазменная 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 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 подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях.

Инициируется 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 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 заня-

тиях 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.

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

1. проведение лабораторных работ;
2. Типовые вопросы для письменного опроса;
3. Зачет

11.1.1. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. Общая классификация вакуумных и плазменных приборов и устройств.
2. Основные тенденции и направления развития приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники.
3. Перспективы применения вакуумных и плазменных приборов и устройств.
4. Обобщенный подход к изучению вакуумных электронных приборов и устройств.
5. Аналитический обзор принципов действия приборов и устройств различного назначения: ламповых усилителей, электронно-лучевых и рентгеновских трубок, электронно-лучевой сварочной установки и др.
6. Систематизация физических процессов, происходящих в приборах и устройствах; основные и побочные физические процессы

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет):

- 1) Вакуумные электронные приборы и устройства. Основные типы электронных ламп, статические характеристики и параметры, методы их определения.
- 2) Приборы и устройства плазменной электроники.
- 3) Основные виды и законы электронной эмиссии: термоэлектронная, автоэлектронная, вторично-электронная, фотоэлектронная, ионно-электронная эмиссия.
- 4) Основные типы и параметры термоэлектронных катодов. Способы нагрева и конструкции термокатодов, их достоинства и недостатки.
- 5) Основные задачи, решаемые при создании электронного потока.
- 6) Вакуумный диод с термокатодом. Электрические поля в диоде. Закон “степени 3/2”. Эффект Шоттки.

- 7) Триодные и многоэлектродные электронные системы. Сведение этих систем к эквивалентному диоду. Действующий потенциал. Закон “степени 3/2” для триода и многоэлектродных систем. Островковый эффект.
- 8) Токораспределение (токопрохождение) в триодных и многоэлектродных системах. Потери катодного конвекционного тока на промежуточных электродах: параметры, режимы и законы токораспределения.
- 9) Влияние на токораспределение собственного пространственного заряда электронного потока. Динатронный эффект и способы его подавления.
- 10) Определение понятия “электронный поток”. Интенсивные и неинтенсивные электронные потоки (пучки, лучи). Методы и системы формирования электронных потоков. Электронные линзы. Аберрации электронных линз. Электронные прожекторы и пушки Пирса. Электростатические и магнитные электронно-оптические системы.
- 11) Способы управления электронными протоками: электрические, магнитные, электромагнитные.
- 12) Устройства отклонения электронных пучков (лучей): электростатические, магнитные, с бегущей электромагнитной волной. Конструктивные особенности и параметры этих устройств, их достоинства и недостатки
- 13) Особенности плазмы в газовых разрядах различных типов. Области применения плазмы газовых разрядов в науке и технике. Основные различия в свойствах слабо- и сильноионизированной плазмы.
- 14) Направленный перенос, массы, заряда, энергии и импульса в плазме. Влияние магнитного поля на свойства плазмы. Эмиссионные свойства плазмы. Механизмы ускорения плазменных потоков
- 15) Объемные процессы в плазме газовых разрядов. Особенности движения частиц в плазме. Генерация и рекомбинация частиц в плазме. Излучательные процессы.
- 16) Параметры плазмы при средних и низких давлениях. Особенности эмиссии частиц из электродов, контактирующих с плазмой.
- 17) Катодные области в тлеющем разряде. Катодные процессы в дуговых разрядах. Условия возбуждения самостоятельного разряда при средних давлениях.
- 18) Кривые Пашена.
- 19) Влияние объемных зарядов на развитие разряда. Вакуумный пробой. Пробой при высоких давлениях. Процессы в коронном и искровом разрядах.