

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Кандидатский экзамен по специальности
"Специальная дисциплина "Вакуумная и
плазменная электроника"
рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Промышленной электроники**

Учебный план 2.2.1. 06_25_00.plx
2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Иная контактная работа	1	1	1	1
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	3	3	3	3
Контактная работа	3	3	3	3
Сам. работа	16	16	16	16
Часы на контроль	53	53	53	53
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Сережин Андрей Александрович

Рабочая программа дисциплины

Кандидатский экзамен по специальности "Специальная дисциплина "Вакуумная и плазменная электроника"

разработана в соответствии с ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника

утвержденного Учёным Советом вуза от 28.02.2025 протокол №8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от 22.05.2025 г. № 11

Срок действия программы: 2025-2029 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от _____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Цель кандидатского экзамена – установить глубину профессиональных знаний и уровень сформированности компетенций аспиранта, обучающихся по направлению подготовки 2.2.1 «Вакуумная и плазменная электроника», ОПОП - Вакуумная и плазменная электроника.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	К освоению программ аспирантуры допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет или магистратура, в том числе лица, имеющие образование, полученное в иностранном государстве, признанное в Российской Федерации. (Постановление от 30 ноября 2021г №2122 "ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ О ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ (АДЪЮНКТУРЕ) п.4 раздела I.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Итоговая аттестация

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

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- основные методы и средства расчета электрических цепей постоянного и переменного тока;
3.1.2	- основные электроизмерительные приборы;
3.1.3	- физические закономерности работы вакуумных и плазменных устройств;
3.2	Уметь:
3.2.1	- проводить расчеты электрических цепей постоянного и переменного тока;
3.2.2	- работать с электроизмерительными приборами;
3.2.3	- выявлять физические закономерности работы вакуумных и плазменных устройств;
3.3	Владеть:
3.3.1	- навыками расчета электрических цепей постоянного и переменного тока.
3.3.2	- методами и приемами анализа закономерностей работы вакуумных и плазменных устройств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Содержание кандидатского экзамена					
1.1	Разряды в газах. Виды ионизации /Тема/	6	0			
1.2	Ионизационные процессы в газах. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельного разряда. Образование стримера. Закон Пашена. Разряд в неоднородных полях. Барьерный эффект. /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.3	Разряды в газах. Виды ионизации /Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.4	Потери энергии при коронировании. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов /Тема/	6	0			
1.5	Коронный разряд. Потери энергии при коронировании. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердой изоляции. /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен

1.6	Потери энергии при коронировании. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов /Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.7	Высоковольтная изоляция. Измерение сопротивления изоляции /Тема/	6	0			
1.8	Высоковольтная изоляция. Высоковольтные изоляторы. Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов. Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин. Профилактика изоляции. Измерение сопротивления изоляции /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.9	Высоковольтная изоляция. Измерение сопротивления изоляции /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.10	Установки для получения высоких напряжений. Классификация перенапряжений /Тема/	6	0			
1.11	Установки для получения высоких переменных напряжений. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Генератор импульсных токов. Классификация перенапряжений /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.12	Установки для получения высоких напряжений. Классификация перенапряжений /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.13	Способы защиты от перенапряжений. Средства защиты от перенапряжений /Тема/	6	0			
1.14	Внутренние перенапряжения. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода. Зона защиты тросового молниеотвода. Средства защиты от перенапряжений /Экзамен/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.15	Способы защиты от перенапряжений. Средства защиты от перенапряжений /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.16	Измерение высоких напряжений /Тема/	6	0			
1.17	Шаровые разрядники. Электростатические вольтметры. Делители напряжения /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.18	Измерение высоких напряжений /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.19	Плазменная электроника /Тема/	6	0			

1.20	Современные электронные приборы. Основные области исследований. Исторические этапы развития плазменной электроники. Направления и перспективы развития эмиссионной, вакуумной и плазменной электроники. Классификация электровакуумных приборов. Обобщённая структура прибора вакуумной электроники /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.21	Плазменная электроника /Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.22	Виды эмиссии /Тема/	6	0			
1.23	Электронная эмиссия с поверхности металлов и полупроводников. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дэшмана. Усиление термоэлектронной эмиссии полем. Автоэлектронная эмиссия. Взрывная эмиссия. Понятие о зондовой сканирующей туннельной микроскопии. Вторичная электронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия из металлов и полупроводников /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.24	Виды эмиссии /Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.25	Эмиссионные параметры и типы катодов. Понятие о вакуумных фотоэлектронных приборах. /Тема/	6	0			
1.26	Эмиссионные параметры катодов. Эмиссионные параметры термокатодов электровакуумных приборов. Особенности автоэлектронных катодов и их практическое применение. Фотокатоды. Понятие о вакуумных фотоэлектронных приборах. Фотоэлементы. Фотоэлектронные умножители /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.27	Эмиссионные параметры и типы катодов. Понятие о вакуумных фотоэлектронных приборах. /Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.28	Физические основы ионных (газо-разрядных) приборов преобразовательной техники. /Тема/	6	0			
1.29	Физические основы ионных (газо-разрядных) приборов преобразовательной техники. Типы газовых разрядов. Вольт-амперная характеристика разрядного промежутка. Распределение потенциала в газоразрядном промежутке. Условие развития самостоятельного разряда. Приборы тлеющего разряда. Основные сведения об ионных (газоразрядных) приборах. Импульсный водородный тиратрон. Защитные разрядники /Экзамен/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.30	Физические основы ионных (газо-разрядных) приборов преобразовательной техники. /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен

1.31	Физические основы приборов обработки и визуального отображения информации (плазменные индикаторы). /Тема/	6	0			
1.32	Физические основы приборов обработки и визуального отображения информации (плазменные индикаторы). Свечение рекомбинации. Излучение плазмы. Основные сведения о газоразрядных (плазменных) приборах отображения информации. Газоразрядные индикаторы (ГРИ). Газоразрядные индикаторные панели (ГИП). Плазменные дисплеи и телевизионные газоразрядные экраны. Газоразрядные лазеры /Экзамен/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
1.33	Физические основы приборов обработки и визуального отображения информации (плазменные индикаторы). /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен
	Раздел 2. Контактная работа					
2.1	Контактная работа /Тема/	6	0			
2.2	Консультация /Кнс/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	
2.3	Экзамен /ИКР/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2	Экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Битнер Л. Р.	Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007, 148 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/13920.html
Л1.2	Редкол.:Шуппе Г.Н. (отв.ред.) и др.;РРТИ	Вакуумная и плазменная электроника : Межвуз.сб.науч.трудов	Рязань, 1989, 112с.	, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	Журавлев Ю.А., Пилогин Н.Н., Протасов Ю.Ю.	Высокоэнергетичная плазменная электроника и фотоника	М.: Янус-К, 2010, 767 с.	978-5-8037-0524-6, 1
Л1.4	Волощенко, П. Ю., Волощенко, Ю. П.	Электрический разряд в газонаполненных элементах электронной цепи : учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021, 118 с.	978-5-9275-3957-4, https://www.iprbookshop.ru/121940.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Курочка, С. П., Кузнецов, Г. Д., Курочка, А. С.	Вакуумная и плазменная электроника : курс лекций	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2009, 162 с.	2227-8397, https://www.iprbookshop.ru/98061.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Федяев В.К., Козлов В.Н., Глебова Т.А.	Вакуумная и плазменная электроника : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2005,	, https://elibrs.ru/ebs/download/349

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Битнер Л. Р. Вакуумная и плазменная электроника. Москва: ТУСУР, 2007, 151 с.
Э2	Аксенов А. И. Вакуумная и плазменная электроника. Москва: ТУСУР, 2007, 151 с.

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	103 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	109 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.

3	209 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (21 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
---	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

10.06.25 12:17
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

10.06.25 12:17
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ ОА

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Нефедова Елена
Евгеньевна, Начальник отдела аспирантуры

11.06.25 16:51
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО НР
И И

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Гусев Сергей Игоревич,
Проректор по научной работе и инновациям

11.06.25 17:06
(MSK)

Простая подпись