



П. Ю. Волощенко
Ю. П. Волощенко

Электрический разряд в газонаполненных элементах электронной цепи

учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологическая академия

П. Ю. ВОЛОЩЕНКО
Ю. П. ВОЛОЩЕНКО

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД
В ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ
ЭЛЕКТРОННОЙ ЦЕПИ**

Учебное пособие

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2021

УДК 621.3.01:537.86(075.8)

ББК 31.21я73

В686

*Печатается по решению кафедры радиотехнической электроники
Института нанотехнологий, электроники и приборостроения
Южного федерального университета
(протокол № 3 от 21 апреля 2021 г.)*

Рецензенты:

заместитель генерального директора по качеству
ОАО «ТНИИС» (г. Таганрог), кандидат технических наук,
старший научный сотрудник *А. Ф. Гришков*

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры
информационных измерительных технологий и систем Института
нанотехнологий, электроники и приборостроения ЮФУ *И. И. Турулин*

Волощенко, П. Ю.

В686 Электрический разряд в газонаполненных элементах электронной цепи : учебное пособие / П. Ю. Волощенко, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. – 118 с.

ISBN 978-5-9275-3957-4

В учебном пособии излагаются вопросы моделирования электрических процессов в газонаполненных элементах, формирующих электронную цепь.

Приведены графические изображения и аналитические соотношения, необходимые для оценки критериев ионизации и возбуждения элементарных частиц, пояснения механизма взаимодействия электронов и ионов, атомов и квантов электромагнитной энергии различных диапазонов частот. Изложен принцип работы и рассмотрены вольт-амперные характеристики ламп и трубок с разным типом разряда, зависящим от электропроводимости веществ, размеров и материала электродов, температуры окружающей среды и т.п. Описана специфика конструирования ионизационной камеры и дымового датчика, счетчика Гейгера-Мюллера и источников света при низком и высоком давлении газа или пара металлов.

Подобное издание обеспечивает реализацию образовательных программ подготовки бакалавров и магистров направлений 11.03.03, 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04, 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника и 13.03.02, 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника.

УДК 621.3.01:537.86(075.8)

ББК 31.21я73

ISBN 978-5-9275-3957-4

© Южный федеральный университет, 2021
© Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П., 2021
© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД В ГАЗАХ	7
1.1. Свойства элементарных частиц	7
1.2. Процессы взаимодействия элементарных частиц	12
1.2.1. Моделирование упругих соударений элементарных частиц	13
1.2.2. Модель неупругих соударений элементарных частиц ..	15
1.2.3. Вероятностная модель взаимодействия двух частиц	17
1.3. Статистические явления в разрядах	19
1.3.1. Моделирование движения элементарных частиц	19
1.3.2. Моделирование процесса ионизации газа	27
1.4. Классификация электрических разрядов в газах	32
1.4.1. Модель тихого (темного) разряда	32
1.4.2. Элементарные процессы в тлеющем разряде	38
1.4.3. Элементарные процессы в дуговом разряде	44
1.4.4. Анализ условий неустойчивости газового разряда	46
1.5. Моделирование колебательного движения дискретного электрона и иона	49
1.6. Феноменологическое моделирование газоразрядной плазмы при воздействии сверхвысокочастотного сигнала	52
1.7. Феноменологическая модель среды при учете соударений электронов с нейтральными плазмы	55
2. ПАРАМЕТРЫ И КОНСТРУКЦИИ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	60
2.1. Общие закономерности электрических процессов в газоразрядных приборах	60
2.2. Классификация газоразрядных приборов	61
2.3. Моделирование газовой среды в газонаполненных элементах	62
2.4. Электровакуумные приборы с холодным катодом	66
2.4.1. Моделирование процессов в приборах тихого разряда	66

2.4.2. Ионизационная камера	67
2.4.3. Ионизационный дымовой извещатель ХР95	70
2.4.4. Пропорциональные счетчики и счетчики Гейгера – Мюллера	72
2.5. Газонаполненные элементы тлеющего разряда	76
2.6. Источники света дугового разряда	78
2.6.1. Натриевые лампы	81
2.6.2. Разряд в смеси паров ртути с инертным газом и люминесцентные лампы	83
2.6.3. Ртутные лампы высокого давления	88
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	115