

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Физический факультет)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика импульсного пробоя

Кафедра физической электроники

Образовательная программа магистратуры

03.04.02- Физика

Направленность (профиль)/специализация программы:

Физика плазмы

Форма обучения: *очная*

Статус дисциплины: *дисциплина по выбору*

Махачкала, 2022 год

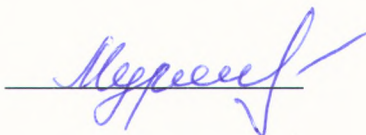
✓ Рабочая программа дисциплины Физика импульсного пробоя составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – *магистратура* по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, от «07» 08 2020 г. №914.

Разработчик: кафедра физической электроники, Ашурбеков Н.А., д.ф.-м.н., профессор 

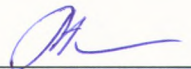
Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «3» марта 2022 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Ашурбеков Н.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022 г., протокол №7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика импульсного пробоя»

Дисциплина «Физика импульсного пробоя» является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры, по направлению 03.04.02 Физика. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими представлениями об основных элементарных процессах, которые могут происходить в низкотемпературной плазме газовых разрядов, с основными видами газовых разрядов, экспериментальными результатами, накопленными при их исследовании, методами построения моделей, характеризующих разряд, и методами расчета вольтамперных характеристик, с процессами, протекающими в импульсных газовых разрядах. Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных: ОПК-4, профессиональных: ПК-6. Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа. Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме двух контрольных работ, и двух коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета. Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе 108 академических часов по видам учебных занятий, зачет (2 семестр).

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе зачет, дифференцированный зачет, экзамен	
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	...	..		
2	108	30	16	-	14	-	-	78	зачет

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Физика импульсного пробоя» состоит в том, чтобы продемонстрировать знания, полученные студентами в период обучения в бакалавриате, а также получение новых знаний, которые могут быть использованы при экспериментальном исследовании и теоретическом описании конкретных типов газовых разрядов, формирующихся при импульсном пробое. В лекциях рассматриваются элементарные процессы в плазме газового разряда, основные свойства наиболее изученных и имеющих наиболее практическое применение типов разрядов: тлеющие, дуговые, искровые, объемные, стримерные, высокочастотные, а также вопросы, связанные с протеканием электрического тока в импульсных разрядах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры.

Дисциплина «Физика импульсного пробоя» входит в Блок 1, дисциплина по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика (уровень: магистратуры), профиль – физика плазмы. Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики газового разряда. Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц на основе концепции волновых функций, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения. Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения дисциплин: электронная оптика, методы физических измерений, плазменные приборы, методы диагностики плазмы. Преподавание курса «Физика импульсного

пробоя» сочетает традиционную лекционную форму с мультимедийными компьютерными презентациями и демонстрациями графического представления результатов экспериментального исследования физики импульсного пробоя.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Определяет ожидаемые результаты научных исследований ОПК -4.2. Предлагает возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной деятельности ОПК-4.3. Знает области применения результатов научных исследований в своей профессиональной деятельности	Знает: - методы внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной деятельности Умеет: определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; определять ожидаемые результаты научных исследований; - определять способы внедрения результатов научных исследований. Владеет: профессиональной терминологией при презентации проведенного исследования и научным стилем изложения собственной концепции; методами описания результатов научных исследований для их внедрения.	Устный опрос

ПК-6.	ПК-6.1. Имеет представления о методиках и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования. ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в физике плазмы ПК-6.3. Знает теорию и методы физических исследований в области физики плазмы. ПК-6.4. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов	Знает: методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики низкотемпературной плазмы; физические основы возникновения самостоятельного и несамостоятельного тока в газах; Умеет: пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики электрического пробоя; анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеет: методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики низкотемпературной плазмы; некоторыми диагностическими методами исследования газоразрядной плазмы; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики низкотемпературной плазмы навыками исследования физических процессов, протекающих в газах высокого давления.	Устный опрос
---------------------	---	---	---------------------

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 аудиторных академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторны е занятия	...	Самостоятель ная работа в г.ч. зачет.	
Модуль 1. Элементарные процессы в плазме газового разряда								
1.	Элементарные процессы. Закон сохранения энергии. Сечение столкновений. Скорости протекания элементарных процессов. Принцип детального равновесия. Дифференциальное сечение упругих взаимодействий. Полное сечение. Транспортное сечение. Упругое взаимодействие электронов с атомами и ионами. Эффект Рамзауэра.		2				8	Устный опрос
2.	Направленное движение электронов и ионов в газе под действием электрического поля. Диффузионное движение электронов и ионов.		2	2			6	Устный опрос
3.	Элементарные процессы, вызывающие ионизацию и возбуждение. Ионизация при соударении нейтральных частиц с электронами. прямая и ступенчатая ионизация в плазме. Неупругие удары тяжелых частиц. Возбуждение при соударении нейтральных частиц с электронами. Удары второго			2			6	Устный опрос

	рода. Девозбуждение атомов и молекул при соударениях с электронами. Каналы разрушения возбужденных частиц в плазме.						
4.	Строение двухатомных молекул колебательные и вращательные уровни энергии. Потенциальные кривые. Спектры свечения двухатомных молекул. Процессы с участием трех частиц. Формула Томсона для константы Тройного процесса. Константы некоторых тройных процессов, вычисленные по формуле Томсона. Виды процессов рекомбинации электрона и иона. Образование отрицательных ионов в низкотемпературной плазме.		2			6	Устный опрос
	Итого по модулю 1:	4	6			26	
Модуль 2. Стационарные и импульсные разряды							
5.	Распределение электрического поля в промежутке при наличии объемных разрядов.	2				10	Устный опрос
6.	Несамостоятельный ток при слабой объемной ионизации (малой концентрации заряженных частиц в объеме). Несамостоятельный ток с ионизационным усилением. Коэффициент ударной ионизации, его зависимость от напряженности поля и давления газа.	2	2			8	Устный опрос
7.	Условие развития самостоятельного разряда. Закон Пашена для пробивных напряжений. Роль объемных зарядов в формировании пробоя. Несамостоятельный ток при сильной объемной ионизации. Вольтамперная характеристика стационарного разряда, демонстрирующая	2	2			8	Устный опрос

	различные формы протекания электрического тока в газе. Общее описание тлеющего разряда.							
	Итого по модулю 2:		6	4			26	
Модуль 3								
8.	Теория прикатодного слоя тлеющего разряда. Положительный столб тлеющего разряда.		2	2			8	Устный опрос
9.	Объемный разряд, поддерживаемый пучком быстрых электронов. Время запаздывания пробоя. Информация, получаемая при измерении времен запаздывания.		2				10	Устный опрос
10.	Методы наблюдения одиночной электронной лавины. Таунсендовский и стримерный механизм пробоя. Пробой при высоких перенапряжениях. Самостоятельный объемный разряд в газовых лазерах.		2	2			8	Устный опрос
	Итого по модулю 3:		6	4			26	Письменная контрольная работа, коллоквиум
	ИТОГО:		16	14			78	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Элементарные процессы в плазме газового разряда.

1. Элементарные процессы. Закон сохранения энергии. Сечение столкновений. Скорости протекания элементарных процессов. Принцип детального равновесия.
2. Дифференциальное сечение упругих взаимодействий. Полное сечение. Транспортное сечение. Упругое взаимодействие электронов с атомами и ионами. Эффект Рамзауэра.

3. Направленное движение электронов и ионов в газе под действием электрического поля.
4. Диффузионное движение электронов и ионов.
5. Элементарные процессы, вызывающие ионизацию и возбуждение. Ионизация при соударении нейтральных частиц с электронами. прямая и ступенчатая ионизация в плазме. Неупругие удары тяжелых частиц.
6. Возбуждение при соударении нейтральных частиц с электронами. Удары второго рода. Девоzbуждение атомов и молекул при соударениях с электронами. Каналы разрушения возбужденных частиц в плазме.
7. Строение двухатомных молекул колебательные и вращательные уровни энергии. Потенциальные кривые. Спектры свечения двухатомных молекул.
8. Процессы с участием трех частиц. Формула Томсона для константы Тройного процесса. Константы некоторых тройных процессов, вычисленные по формуле Томсона.
9. Виды процессов рекомбинации электрона и иона.
10. Образование отрицательных ионов в низкотемпературной плазме.

Модуль 2. Стационарные и импульсные разряды

11. Распределение электрического поля в промежутке при наличии объемных разрядов.
12. Несамостоятельный ток при слабой объемной ионизации (малой концентрации заряженных частиц в объеме).
13. Несамостоятельный ток с ионизационным усилением. Коэффициент ударной ионизации, его зависимость от напряженности поля и давления газа.
14. Условие развития самостоятельного разряда. Закон Пашена для пробивных напряжений. Роль объемных зарядов в формировании пробоя.
15. Несамостоятельный ток при сильной объемной ионизации.
16. Вольтамперная характеристика стационарного разряда, демонстрирующая различные формы протекания электрического тока в газе. Общее описание тлеющего разряда.

Модуль 3.

17. Теория прикатодного слоя тлеющего разряда.
18. Положительный столб тлеющего разряда.
19. Объемный разряд, поддерживаемый пучком быстрых электронов.
20. Время запаздывания пробоя. Информация, получаемая при измерении времен запаздывания.
21. Методы наблюдения одиночной электронной лавины.
22. Таунсендовский и стримерный механизм пробоя.

23. Пробой при высоких перенапряжениях.
24. Самостоятельный объемный разряд в газовых лазерах.
25. Решение задач по курсу.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

1. Исследование электрической прочности воздушных промежутков в неоднородном поле.
2. Разряды в воздухе при переменном напряжении промышленной частоты.
3. Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика.
4. Исследование генератора (трансформатора) импульсных напряжений.
5. Измерение высоких напряжений. Измерение максимального напряжения искровыми разрядниками. Электростатические вольтметры. Измерение прибором с использованием добавочного резистора или делителя напряжения.
5. Генераторы импульсных напряжений импульсов высокого напряжения прямоугольной формы. Импульсные трансформаторы.
6. Виды разрядов в газах.

5. Образовательные технологии

Освоение данного курса специальной дисциплины предполагается с использованием лекционных занятий, практических занятий с элементами разбора определенных тем дисциплины в сочетании с внеаудиторной работой в виде написания курсовой работы с использованием новейших достижений в данной области из периодических отечественных и зарубежных научных изданий. На лекционных занятиях предусмотрены компьютерные презентации с наглядными иллюстрациями процессов рассеяния частиц. Кроме того, предусмотрено посещение научных лабораторий Федерального НОЦ «физика плазмы» с ознакомлением с устройствами для получения электронных пучков и анализа их энергетических характеристик. В рамках учебного курса предусмотрена встреча с ведущими специалистами в данной области из МГУ им. М.В. Ломоносова, ОИВТ РАН, ИОФ РАН, которые ежегодно приглашаются в ДГУ в качестве председателей ГЭК или для участия в работе Всероссийской конференции «физическая электроника», организуемой Научным Советом РАН по проблеме «физика низкотемпературной плазмы».

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Учебной программой дисциплины «Физика импульсного пробоя» предусмотрено половина объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При

самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать самостоятельно решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой, обрабатывать экспериментальные данные, формировать отчет о проделанном исследовании.

Самостоятельная работа по курсу «Физика импульсного пробоя» включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;
- решение расчетных задач по темам практических работ;
- выполнение заданий.

Выполненные задания оформляются в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов и сдаются преподавателю в соответствии с графиком самостоятельной работы.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Экзамен в конце 1 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

К оценочным средствам результатов обучения по данной дисциплине относятся:

Устный опрос (экзамен, теоретический зачет) – диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.

Коллоквиум – способ промежуточной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Контрольная работа – средство промежуточного контроля остаточных знаний и умений, обычно состоящее из нескольких вопросов или заданий, которые студент должен решить, выполнить.

Курсовая работа – научно-методическая работа, выполняемая студентом самостоятельно, с учетом определенных требований, под руководством выбранного преподавателя, в заданные сроки.

Проектная деятельность – воплощение имеющегося замысла, идеи, образа решения какой-либо проблемы в подходящей для этого форме (описание, обоснование, расчеты, чертежи).

Презентация – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

Кейс-задача – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Студент самостоятельно формулирует цель, находит и собирает информацию, анализирует ее, выдвигает гипотезы, ищет варианты решения проблемы, формулирует выводы, обосновывает оптимальное решение ситуации.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Портфолио – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

7.2. Типовые контрольные задания Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Элементарные процессы. Закон сохранения энергии. Сечение столкновений. Скорости протекания элементарных процессов. Принцип детального равновесия.
2. Дифференциальное сечение упругих взаимодействий. Полное сечение. Транспортное сечение. Упругое взаимодействие электронов с атомами и ионами. Эффект Рамзауэра.
3. Направленное движение электронов и ионов в газе под действием электрического поля.
4. Диффузионное движение электронов и ионов.
5. Элементарные процессы, вызывающие ионизацию и возбуждение. Ионизация при соударении нейтральных частиц с электронами. прямая и ступенчатая ионизация в плазме. Неупругие удары тяжелых частиц.
6. Возбуждение при соударении нейтральных частиц с электронами. Удары второго рода. Девоzbуждение атомов и молекул при соударениях с электронами. Каналы разрушения возбужденных частиц в плазме.
7. Строение двухатомных молекул колебательные и вращательные уровни энергии. Потенциальные кривые. Спектры свечения двухатомных молекул.
8. Процессы с участием трех частиц. Формула Томсона для константы Тройного процесса. Константы некоторых тройных процессов, вычисленные по формуле Томсона.
9. Виды процессов рекомбинации электрона и иона.
10. Образование отрицательных ионов в низкотемпературной плазме.
11. Распределение электрического поля в промежутке при наличии объемных разрядов.
12. Несамостоятельный ток при слабой объемной ионизации (малой концентрации заряженных частиц в объеме).
13. Несамостоятельный ток с ионизационным усилением. Коэффициент ударной ионизации, его зависимость от напряженности поля и давления газа.
14. Условие развития самостоятельного разряда. Закон Пашена для пробивных напряжений. Роль объемных зарядов в формировании пробоя.
15. Несамостоятельный ток при сильной объемной ионизации.
15. Вольтамперная характеристика стационарного разряда, демонстрирующая различные формы протекания электрического тока в газе. Общее описание тлеющего разряда.
16. Теория прикатодного слоя тлеющего разряда.

17. Положительный столб тлеющего разряда.
18. Объемный разряд, поддерживаемый пучком быстрых электронов.
19. Время запаздывания пробоя. Информация, получаемая при измерении времен запаздывания.
20. Методы наблюдения одиночной электронной лавины.
21. Таунсендовский и стримерный механизм пробоя.
22. Пробой при высоких перенапряжениях.
23. Самостоятельный объемный разряд в газовых лазерах.
24. Решение задач по курсу.

Тематика рефератов и курсовых работ и методические указания по их выполнению

1. Методы получения электронных пучков низкой интенсивности
2. Упругое рассеяние электронов на атомах
3. Методы расчета сечений неупругого рассеяния электронов на атомах
4. Потенциалы взаимодействия электрона с тяжелыми частицами
5. Ионно-молекулярные процессы в плазме
6. Рекомбинация молекулярных ионов с электронами
7. Ударно-радиационная рекомбинация заряженных частиц

Методические указания к выполнению курсовой работы

Целью выполнения курсовой работы по дисциплине "Физика импульсного пробоя" является проверка знаний студентов по вопросам основ физики столкновений, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, умения анализировать и обобщать материалы, раскрывающие связи между теорией и экспериментом, углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов физики столкновений.

Основные задачи выполнения рефератов и курсовых работ:

- изучение методов анализа специальной учебной и научной литературы, проблемных статей, статистических данных по конкретной теме;
- анализ, обобщение и систематизация материалов по конкретным вопросам физики столкновений;
- изучение теоретических вопросов анализа столкновительных процессов;
- анализ различных областей физики столкновений в науке и технике.

Реферат должен, как правило, базироваться на конкретных материалах одного типа столкновений или процесса рассеяния.

Выбор темы реферата осуществляется студентом самостоятельно, исходя, прежде всего из возможностей получения необходимых для ее выполнения фактических экспериментальных и теоретических материалов. Изменение формулировки темы по инициативе студента не допускается. Тема реферата утверждается лектором данного курса. Студент должен выполнять реферат в соответствии с планом, утвержденным научным руководителем. Это позволяет выдержать логику изложения и проверить ключевые моменты усвоения студентами базовых физических понятий, умение анализировать конкретные ситуации с применением характеристик лазерного излучения.

План реферата разрабатывается студентом самостоятельно, но при этом он должен учитывать ниже изложенные положения. Структура реферата по дисциплине "Физика импульсного пробоя", как правило, включает:

- введение;
- теоретическую часть;
- аналитическую часть;
- практическая часть, посвященная конкретным экспериментальным результатам;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Во **введении** необходимо охарактеризовать актуальность проблемы, цель и задачи реферата, объект и предмет исследования, методы, используемые при выполнении реферата, ее теоретическую и методологическую основу. Очень важно различать понятия "объект" и "предмет" исследования. Как правило, под объектом понимается определенный тип лазера или оптического явления (например, лазерная искра). Предмет исследования – это более конкретная характеристика определенных аспектов объекта (например, методы расчета порога лазерной искры и т.п.).

В **теоретической части** реферата раскрывается сущность рассматриваемого физического процесса. Необходимо изучить основные теоретические положения, охарактеризовать на основе обобщения учебной и научной литературы, в т.ч. зарубежных авторов, различные трактовки и классификации исследуемого объекта. Теоретическая часть работы может включать исторические аспекты появления и развития данного направления исследований.

Центральное место в реферате занимает **аналитическая часть**. Целью данной части является всесторонний анализ задач, методов экспериментального и теоретического исследования, основные закономерности. Необходимо привести общие сведения об объекте, в т.ч.:

- ✓ новые теоретические и экспериментальные результаты, полученные за последние десять лет;
- ✓ области применения полученных результатов;
- ✓ имеющиеся проблемы и нерешенные вопросы.

В данном разделе необходимо проанализировать соответствие экспериментальных результатов теоретическим моделям, анализировать погрешности измерений и точность теоретических расчетов. Следует показать собственную позицию в оценке проблемной ситуации и возможностей ее решения. Обязательно нужно делать ссылки на использованную литературу и точки зрения цитируемых авторов.

Проведенный анализ объекта исследования с использованием современных, включая квантовых, методов является базой для разработки конкретных предложений.

Практическая часть реферата по дисциплине "Физика импульсного пробоя» включает собственные экспериментальные результаты, оценки и расчеты, если эта часть работы запланирована. В данной части необходимо рассмотреть схемы экспериментальных установок, методов исследования и теоретического анализа.

В **заключении** реферата, опираясь на цели и задачи, сформулированные во введении, и результаты трех предшествующих частей, нужно сделать выводы по исследуемой проблеме и обобщить предложения, направленные на конкретные рекомендации.

Список использованной литературы должен включать действительно использованные в работе источники. При этом библиография составляется в порядке ссылок по тексту. При ссылке в тексте реферата на использованный источник приводится его порядковый номер в общем списке в квадратных скобках.

В **приложения** включаются вспомогательные материалы, использованные в курсовой работе для характеристики объекта исследования, подготовки таблиц, расчета показателей.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий 10 бал.

- активное участие на лекциях 15 бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум 60 бал.
- и др. (доклады, рефераты) 15 бал.
- **Практика (р/з) - Текущий контроль** включает:
(от 51 и выше - зачет)
- посещение занятий 10 бал.
- активное участие на практических занятиях 15 бал.
- выполнение домашних работ 15 бал.
- выполнение самостоятельных работ 20 бал.
- выполнение контрольных работ 40 бал.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся,

которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%. Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 0 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 0 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 90 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 50 баллов,
- письменная контрольная работа - 50 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) Основная литература:

1. Райзер, Юрий Петрович. Физика газового разряда / Райзер, Юрий Петрович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1992. - 535, [1] с.: ил.; 22 см. - ISBN 5-02-014615-3.
2. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Искровой разряд: Учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во МФТИ, 1997. - 320 с.
3. Райзер, Юрий Петрович. Основы современной физики газоразрядных процессов / Райзер, Юрий Петрович. - М.: Наука, 1980. - 415 с.: ил.; 20 см. - Библиогр.: с. 411-415. - Загл. корешка: Физика газоразрядных процессов. - 3-60.
4. Кудрявцев, Анатолий Анатольевич. Физика тлеющего разряда: учеб. пособие / Кудрявцев, Анатолий Анатольевич, Смирнов, Александр Сергеевич. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 907-28.
5. Омаров, Омар Алиевич. Физика газового разряда: учеб. пособие для студентов физ. специальностей / Омаров, Омар Алиевич, Ашурбеков, Назир Ашурбекович, Курбанисмаилов, Вали Сулейманович. - Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2001. - 166 с. - 25-00.
6. Цендин Л.Д., Кудрявцев А.А., Смирнов А.С. Физика тлеющего разряда. Учебное пособие. Изд-во «Лань». Санкт-Петербург. 2010. 512 с.
7. Смирнов А.С. Физика газового разряда. Учебное пособие. Изд-во СПбГТУ, СПб. 1997.

8. Дьяков А.Ф., Бобров Ю.К., Сорокин А.В., Юргеленас Ю.В. Физические основы электрического пробоя газов. М.: Издательство МЭИ, 1999. 400 с.
9. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Т.ХІ - 4: Газовые и плазменные лазеры / отв. ред. С.И.Яковленко. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 820 с.: ил. - (Энциклопедическая серия. Серия Б: Справочные приложения, базы и банки данных/ гл. ред. В.Е. Фортов). - ISBN 59221-0571-6: 984-06.
10. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. т.ІІІ-
1: Термодинамические свойства низкотемпературной плазмы / отв.ред. А.Н. Старостин. - М.: Физматлит, 2004. - ISBN 5-9221-0550-7: 984-06.
11. Высокоскоростная фотоэлектронная регистрация изображений: сборник статей: в 3 кн. / Российская академия наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова; под ред. М.Я. Щелева. - Москва: Физматлит, 2017. - Кн. 3. Сверхскоростная электронно-оптическая диагностика в физике ускорителей элементарных частиц. - 195 с.: табл., граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1737-1. - ISBN 978-5-9221-1740-1 (кн. 3); То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485559> (20.06.2018).
12. Высокоскоростная фотоэлектронная регистрация изображений: сборник статей: в 3 кн. / Российская академия наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова; под ред. М.Я. Щелева. - Москва: Физматлит, 2017. - Кн. 2. Сверхскоростная электронно-оптическая аппаратура (принципы построения, динамические испытания, методика применения). - 305 с. : табл., граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1737-1. - ISBN 978-5-9221-1739-5 (кн. 2); То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485555> (20.06.2018).
13. Высокоскоростная фотоэлектронная регистрация изображений: сборник статей: в 3 кн. / Российская академия наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова; под ред. М.Я. Щелева. - Москва: Физматлит, 2017. - Кн. 1. Основы, основоположники и последователи пико-фемтосекундной электронно-оптической хронографии. - 380 с.: табл., граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1737-1. - ISBN 978-5-9221-1738-8 (кн. 1); То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485548> (20.06.2018).
14. Жукешов А.М. Исследование импульсного разряда высокой мощности [Электронный ресурс] / А.М. Жукешов. — Электрон. текстовые данные. — Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014. — 158 с. — 978-601-04-0620-9. — Режим

доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58662.html>

(дата обращения:

б) Дополнительная литература:

1. Райзер, Юрий Петрович и др. Высоочастотный ёмкостный разряд: Физика. Техника эксперимента. Приложения: [учеб. пособие для вузов по направлению "Техн. физика"] / Райзер, Юрий Петрович и др.; М.Н. Шнейдер, Н.А. Яценко. - М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та: Наука. Изд. фирма "Физ.-мат. лит.", 1995. - 310 с.: ил.; 22 см. - Библиогр.: с. 299-310. - ISBN 5-7417-0006-3 (Изд-во Моск. физ. техн. ин-та): 2500-00.
2. Газовая электроника: метод. указ. к выполнению спец. практикума / [сост. В.С. Курбанисмаилов, Ш.М. Самудов, А.З. Эфендиев]; Федерал. агентство по образованию, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2007. - 85 с. - 51-00.
3. Омаров, Омар Алиевич. Импульсные разряды в газах высокого давления: учебное пособие для вузов / Омаров, Омар Алиевич. - Махачкала: Юпитер, 2001. - 335 с. - Библиогр.: с. 332-333. - ISBN 57895-0027-7: 87-56.
4. Браун С. Элементарные процессы в плазме газового разряда: Пер. с англ. /Под ред. Франк-Каменецкого Д. А. - М.: Атомиздат, 1961.
5. Грановский В. Л. Электрический ток в газе (установившийся ток). - М.: Наука, 1971.
6. Трубецков, Д.И. Лекции по сверхвысоочастотной электронике для физиков. В 2-х т. [Текст]. Т.1 / Д. И. Трубецков, А. Е. Храмов. - М.: Физматлит, 2005. - ISBN 5-9221-0372-5: 270-27.
7. Смирнов Б. М. Физика слабоионизованного газа (в задачах с решениями). - Изд. 2-е. М.: Наука, 1985.
8. Ховатсон А. М. Введение в теорию газового разряда /Пер. с англ. Иванчика И. И. - М.: Атомиздат, 1980.
9. Ретер Г. Электронные лавины и пробой в газах: Пер. с нем. /Под ред. В.С. Камелькова. - М.: Мир, 1968. - 390 с.
10. Королев Ю.Д., Месяц Г.А. Автоэмиссионные и взрывные процессы в газовом разряде – Новосибирск: Наука, 1982. - 255 с.
11. Лозанский Э.Д., Фирсов О.Б. Теория искры. - М.: Атомиздат, 1975. 275 с.
12. Королев Ю.Д., Месяц Г.А. Физика импульсного пробоя газов. - М.: Наука, 1991. - 224 с.
13. Карнюшин В.М., Солоухин Р.И. Макроскопические и молекулярные процессы в газовых лазерах. - М.: Атомиздат, 1981.

14. Генерация пучков заряженных частиц в диодах со взрывоэмиссионным катодом: монография / А.И. Пушкарев, Ю.И. Исакова, Р.В. Сазонов, Г.Е. Холодная. - Москва: Физматлит, 2013. - 238 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1411-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457656> (20.06.2018).
15. Савинов, В.П. Физика высокочастотного емкостного разряда: монография / В.П. Савинов. - Москва: Физматлит, 2013. - 308 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1551-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457688> (20.06.2018).

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
(единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов
Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
15. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г.
16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных –диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень вопросов, включенных в рабочую программу дисциплины, может быть дополнен отдельными разделами из последних научных достижений в данной области, отраженных в современных обзорах, опубликованных в журналах «Успехи физических наук» и научных монографиях.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Работа с презентациями Power Point Power Point template ppt presentation. Работа с документами WORD, ADOBE ACROBAT, работа с электронными библиотеками образовательных и научных ресурсов, в том числе с Научной электронной библиотекой eLibrary/, работа с WEB-2 технологиями.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

При проведении занятий используются компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Комплект мультимедийных слайд-лекций по отдельным разделам дисциплины.

Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.