



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физический факультет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОННАЯ ОПТИКА**

**Кафедра физической электроники**

Образовательная программа:

**03.04.02-Физика**

Профиль подготовки:

**Физика плазмы**

Уровень высшего образования:

**Магистратура**

Форма обучения: **Очная**

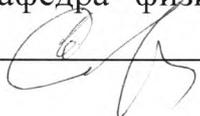
Статус дисциплины:

**Вариативная по выбору**

**Махачкала 2020 год**

Рабочая программа дисциплины «Электронная оптика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (уровень: магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки от «28» августа 2015 г. № 913.

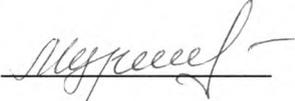
Разработчик: кафедра физической электроники, Юнусов А.М., к.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» 02 2020 г., протокол № 6.

Зав каф кафедрой  Омаров О.А

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «16» 03 2020 г.

/Начальник УМУ



Гасангаджиева А. Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина входит в вариативную часть в блок дисциплин по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете, кафедрой физической электроники.

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 основ физики плазмы, спектроскопии плазмы, основ физики газовых лазеров, физических основ плазменных технологий.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных ОПК-6, проектно-конструкторская – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия,*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме - *контрольная работа, коллоквиум* и промежуточный контроль в форме *экзамена*.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
3	108	20	8		12			52+36	Экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Цели курса – дать магистрам базовые знания, умения и навыки по основам электронной оптики и физики пучков заряженных частиц. В курсе рассмотрены основы физики пучков заряженных частиц. В первой половине излагается электронная оптика, ориентированная на применение для расчета параметров пучков в ускорителях. Во второй части перечислены основные эффекты, связанные с взаимным кулоновским расталкиванием частиц пучка. Кроме того, кратко излагается теория электронной пушки Пирса.

В процессе изучения данной дисциплины магистры должны всесторонне и глубоко усвоить теоретический материал, овладеть методами расчета различных физических явлений в системах, находящих практическое применение, должны хорошо усвоить физическую информацию о принципах работы и конструкции основных компонентов современных электронно-оптических систем, а также основных физических явлениях, влияющих на параметры пучков заряженных частиц.

Для достижения поставленной цели используются материалы, изложенные в профессиональных изданиях: научных статьях, сборниках трудов конференций, монографиях ведущих специалистов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Электронная оптика» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 Физика, 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 электронной оптики.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц, математическому анализу, дифференциальных уравнениях, высшей алгебре, электродинамике, 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 основ физики плазмы, спектроскопии плазмы, основ физики газовых лазеров, физических основ плазменных технологий.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li><li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики;</li><li>• современные проблемы и новейшие достижения физики в научно-</li></ul>

		<p>исследовательской работе.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач на практике;</li> <li>• применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении дисциплины электронная оптика.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области электронной оптики;</li> <li>• некоторыми физическими методами исследования при решении практических задач на практике;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области электронной оптики;</li> <li>• методами использования знаний современных проблем и новейших достижений электронной оптики в научно-исследовательской работе.</li> </ul>
<p><b>ПК-1</b></p>	<p>способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• о физических характеристиках и принципах работы основных элементов электронной оптики и физики пучков заряженных частиц;</li> <li>• строить и использовать простейшие модели при проведении физических исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области электронной оптики;</li> <li>• использовать полученные знания при ознакомлении, работе или создании</li> </ul>

		<p>ускорительных комплексов заряженных частиц;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ориентироваться в информации, получаемой из печатных изданий и сети «Интернет»;</li> <li>• 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.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;</li> <li>• навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> <li>• свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</li> </ul>
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		

<b>Модуль 1. Геометрическая электронная оптика</b>									
1	Основная задача электронной оптики. Схема аналитического расчета. Оптико-механическая аналогия.	2		1	1			10	
2	Движение электронов в аксиально-симметрических электронных и магнитных полях. Основное уравнение электронной оптики.	2		1	1			10	
3	Электронные линзы. Интенсивные пучки. Общая схема формирования интенсивных пучков. Принцип построения пушек Пирса.	2		1	2			9	
<i>Итого по модулю 1:</i>				<b>3</b>	<b>4</b>			<b>29</b>	
<b>Модуль 2. Приборы электронной оптики</b>									
1	Основные элементы электронно-лучевых приборов фокусирующие устройства. Приемники.	2		2	2			14	
2	Осциллограф, электронно-лучевые трубки.	2		1	2			15	
<i>Итого по модулю 2:</i>				<b>3</b>	<b>4</b>			<b>29</b>	
<b>Модуль 3. СВЧ электроника</b>									
1	Радиолокационные трубки. Приемные телевизионные трубки (кинескопы цв. проекторы).	2		1	2			15	
2	Приборы СВЧ электроники.	2		1	2			15	
<i>Итого по модулю 3:</i>				<b>2</b>	<b>4</b>			<b>30</b>	
<b>Итого:</b>				<b>8</b>	<b>12</b>			<b>88</b>	<b>Экзамен</b>

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### *Модуль 1. Геометрическая электронная оптика*

**Тема 1.** Прямая и обратная задачи, возникающие при рассмотрении движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Схема аналитического расчета. Оптика - механическая аналогия.

**Тема 2.** Исследование электрических полей методом конечной разности потенциалов, электролитической ванны, электроинтеграторов, упругой мембраны. Экспериментальные методы нахождения магнитных полей: метод баллистического гальванометра, метод датчика Холла, метод милливеберметра.

**Тема 3.** Распределение потенциала осесимметричного электрического поля. Траектория парааксиальных электронов. Анализ основного уравнения электронной оптики. Методы решения основного уравнения. Метод последовательных приближений, метод линейных отрезков.

##### *Модуль 2. Приборы электронной оптики*

**Тема 4.** Распределения магнитной индукции осесимметричного магнитного поля. Движение электронов в осесимметричном магнитном поле. Уравнение траектории. Анализ основного уравнения электронной оптики. Осесимметричные электростатические электронные линзы. Оптическая сила электростатической линзы. Типы электростатических электронных линз: отдельная дифрагма, одиночная линза, иммерсионная линза, иммерсионный объектив. Электростатические электронные зеркала. Осесимметричные магнитные линзы. Оптическая сила магнитной линзы. Аберрации электронных линз. Сферическая и хроматическая аберрации. Цилиндрические электронные линзы. Фокусировка поперечными полями. Квадрупольные электростатические и магнитные линзы.

**Тема 5.** Понятие первиченса пучка. Основные элементы системы формирования интенсивных электронных пучков. Схема формирования интенсивных электронных пучков. Пушки Пирса.

**Тема 6.** Фокусирующие устройства. Формирования пучка в электронной пушке. Первая линза электронной пушки, формирование скрещения. Вторая линза электронной пушки, параметры пятна. Практические конструкции электронных пушек. Пушка с нулевым током первого анода. Работа катода в электронной пушке. Отклоняющие устройства. Общие закономерности магнитного отклонения электронных пучков. Конструкция электростатических и магнитных отклоняющих систем искажения при отклонении.

##### *Модуль 3. СВЧ электроника*

**Тема 7.** Люминизирующие экраны. Характеристики экранов (спектральные, электрические). Осциллографические электронно-лучевые трубки. Конструктивные особенности, основные параметры. Разрешающая способность, чувствительность. ЭОПы и усилители яркости изображения.

**Тема 8.** Электронный микроскоп. Принцип работы и ограничения светового микроскопа. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Разрешающая способность электронного микроскопа. Магнитный и электростатический варианты просвечивающего электронного микроскопа. Типы электронных микроскопов: растровый, отражательный, эмиссионный.

#### 4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

##### *Модуль 1. Геометрическая электронная оптика*

Тема 1. Основная задача электронной оптики.

Тема 2. Методы расчета и экспериментального исследования электрических и

магнитных полей.

Тема 3. Движение электронов в осесимметричных электрических и магнитных полях.

### **Модуль 2. Приборы электронной оптики**

Тема 4. Электронные линзы.

Тема 5. Интенсивные пучки.

### **Модуль 3. СВЧ электроника**

Тема 6. Основные элементы электронно-лучевых приборов.

Тема 7. Основные классы электронно-лучевых приборов.

## **5. Образовательные технологии:**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 10 часов аудиторных занятий.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

1. Методические указания к курсу лекций по электронной оптике. ДГУ.1998г.
2. Методические указания к проведению практических занятий по электронной оптике. ДГУ. 1998г.

**Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:**

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

## **Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

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

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	--------------------

ОПК-6	<p>способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики;</li> <li>• современные проблемы и новейшие достижения физики в научно-исследовательской работе.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач на практике;</li> <li>• применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении дисциплины электронная оптика.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области электронной оптики;</li> <li>• некоторыми физическими методами исследования при решении практических задач на практике;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области электронной оптики;</li> <li>• методами использования знаний современных проблем и новейших достижений электронной оптики в научно-исследовательской работе.</li> </ul>	Круглый стол, семинар
-------	--	---	-----------------------

<p><b>ПК-1</b></p>	<p>способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• о физических характеристиках и принципах работы основных элементов электронной оптики и физики пучков заряженных частиц;</li> <li>• строить и использовать простейшие модели при проведении физических исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области электронной оптики;</li> <li>• использовать полученные знания при ознакомлении, работе или создании ускорительных комплексов заряженных частиц;</li> <li>• ориентироваться в информации, получаемой из печатных изданий и сети «Интернет»;</li> <li>• 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.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;</li> <li>• навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы</li> </ul>	<p>Круглый стол, опрос</p>
--------------------	--	--	----------------------------

		(в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</li> </ul>	
--	--	---	--

## 7.2. Типовые контрольные задания

### ТЕСТЫ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ ОПТИКЕ

1. Электрон прошел в ускоряющем поле 100В, нужно ли учитывать волновые свойства электронов при решении электронно-оптических задач?
  1. да
  2. нет
2. Электрон ускорен разностью потенциалов 1 МэВ. Можно ли для определения скорости электрона использовать формулу  $mv^2/2 = eU$  ?
  1. да
  2. нет
3. Что общего между движением электронов в электрическом поле и распространением светового луча в оптической среде?
  1. Выполняется принцип экспериментальности длины пути.
  2. Энергия фотона и электрона меняется.
  3. Показатель преломления меняется непрерывно в обоих случаях.
  4. В обоих случаях форма преломляющей поверхности и показатель преломления связаны.
4. В каком случае возможна фокусировка электронного пучка?
  1.  $P=10^{-7}$  а/В<sup>3/2</sup>
  2.  $P=10^{-10}$  а/В<sup>3/2</sup>
  3.  $P=10^{-11}$  а/В<sup>3/2</sup>
5. Какими факторами можно охарактеризовать действие пространственного заряда в пучке?
  1. Расширением электронного пучка в пространстве свободного от поля.
  2. Возрастанием тока в пучке.
  3. Ростом потенциала в пучке.
6. От чего зависит оптическая сила электростатической электронной линзы?
  1. От напряженности поля внутри линзы.
  2. От заряда электрона.
  3. От массы электрона.
7. От чего зависит тип электростатической электронной линзы?
  1. От напряженности поля внутри линзы.
  2. От характера распределения осевого потенциала.
  3. От характера изменения первой производной, от осевого потенциала
  4. От характера изменения второй производной, от осевого потенциала.
8. От чего зависит оптическая сила короткой слабой магнитной линзы?

1. От напряженности магнитного поля в линзе.
  2. От квадрата напряженности магнитного поля.
  3. От числа витков катушки
- 9.** От чего зависит угол поворота изображения в магнитной линзе?
1. От положения изображаемой точки.
  2. От угла вылета электрона.
  3. От напряженности магнитного поля.
  4. От квадрата напряженности магнитного поля.
- 10.** Зависит ли оптическая сила магнитной линзы от направления напряженности магнитного поля?
1. не зависит.
  2. Меняет знак при изменении направления магнитного поля.
- 11.** Какое различие между осесимметричной и цилиндрической линзой?
1. Оптическая сила цилиндрической линзы меньше при одном и том же значении осевого потенциала.
  2. Цилиндрическая линза имеет линейный фокус.
- 12.** От чего зависит оптическая сила тонкой слабой квадрупольной электростатической линзы?
1. от скорости электронов.
  2. От материала электродов линз.
- 13.** Что общего в траектории парааксиальных электронов движущихся в осесимметричных электрическом и магнитных полях?
1. Траектории плоские кривые.
  2. Траектории обратимы.
  3. Траектории не зависят от заряда массы частиц.
  4. Траектории пересекают ось симметрии.
- 14.** С чем связано возникновение сферической аберрации электронных линз?
1. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости объекта.
  2. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости линзы.
  3. С разбросом начальных скоростей электронов.
  4. С взаимодействием электронов в пучке.
- 15.** С чем связано возникновение хроматической аберрации?
1. С разбросом начальных скоростей электронов.
  2. С дифракцией электронов.
  3. С нарушением осевой симметрии электрических и магнитных полей.
  4. С взаимодействием электронов в пучке.
- 16.** Как будет отображаться точечный объект цилиндрической электронной линзы?
1. кругом.
  2. Эллипсом.
  3. Точкой.
  4. Отрезком прямой.
- 17.** Как будет отображаться точечный объект квадрупольной электронной линзой?
1. кругом.
  2. Эллипсом.
  3. Точкой.
  4. Отрезком прямой.
- 18.** Какое преимущество квадрупольной линз над осесимметричными линзами?
1. Создать хорошо сфокусированное изображение точки.
  2. Оптическая сила их больше.
- 19.** Распределение осевого потенциала осесимметричного электрического поля получена в виде некоторой кривой. Как найти траекторию электрона?

1. решением основного уравнения электронной оптики методом последовательных приближений.
  2. Решением основного уравнения электронной оптики методом линейных отрезков.
  3. Графоаналитическими методами
  4. Методом гравитационного моделирования.
- 20.** Какой из перечисленных ниже экспериментальных методов определения распределения электрического поля является наиболее точным >?
1. Метод электролитической ванны.
  2. Метод электроинтеграторов.
  3. Метод полупроводящей бумаги.
  4. Метод резиновой мембраны.
- 21.** Какое напряжение подводится к электродам при определении электрического поля методом электролитической ванны?
1. Постоянное напряжение.
  2. Переменное напряжение частотой 50 Гц.
  3. Переменное напряжение частотой 10 Гц.
  4. Переменное напряжение.
- 22.** Как изменится оптическая сила одиночной линзы (средний электрод соединен с катодом) с увеличением потенциала крайних электродов?
1. Оптическая сила увеличится.
  2. Оптическая сила уменьшится.
  3. Оптическая сила останется без изменения.
- 23.** Какие требования предъявляются к электронному проектору?
1. Электронно-оптическая система, формирующая луч, должна обеспечивать в плоскости приемника электронов экрана или мишени возможно меньшее сечение электронного пучка.
  2. Первеанс пучка должны быть большим.
  3. Элементы прожектора должны изготавливаться из ферромагнитных материалов.
- 24.** Почему большинство прожекторов современных электронно-лучевых приборов строится по двум линзовой оптической схеме?
1. Потому, что невозможно сфокусировать электроны одной электронной линзой.
  2. Потому, что в случае одной линзы нельзя строить прожектор достаточно хорошо удовлетворяющей основными требованиями.
- 25.** От чего зависит радиус пятна на экране?
1. от площади имитирующей поверхности.
  2. От начальной энергии электронов.
  3. От потенциала в области скрещения.
  4. От радиуса скрещения
  5. От угла схождения пучка на экране.
- 26.** От чего зависит чувствительность электростатического отклонения?
1. От заряда электрона
  2. От массы электрона
  3. От температуры катода.
  4. От ускоряющего напряжения.
  5. От тока пучка.
- 27.** От чего зависит чувствительность магнитного отклонения?
1. От величины магнитного поля.
  2. От тока пучка.

3. От ускоряющего напряжения.
  4. От величины заряда и массы электрона.
- 28.** Для чего экраны электронно-лучевых приборов алюминированы?
1. Для увеличения яркости и контрастности изображения.
  2. Для увеличения разрешающей способности.
  3. Для увеличения световой отдачи экрана.
- 29.** Пушки какого типа применяются в осциллографических трубках?
1. Магнитные пушки.
  2. Электростатические пушки.
  3. Пушки Пирса.
- 30.** Какие из указанных факторов не влияют на разрешающую способность осциллографической трубки.
1. Величина аббераций электронных линз.
  2. Режим работы электронной пушки (ток пучка, потенциал второго анода).
  3. Структура и толщина экрана.
  4. Конструкция электронной пушки.
  5. Площадь имитирующей поверхности.
- 31.** От чего зависит качество электронно-лучевой трубки?
1. Разрешающей способности.
  2. Чувствительности.
  3. Удельной или относительной чувствительности.
  - 4.
- 32.** Какой из указанных факторов является не характерным для современных кинескопов.
1. Применение контрольных стекол.
  2. Алюминирование экранов.
  3. Электростатические пушки.
  4. Электростатические отклоняющие системы.
  5. Высокие анодные напряжения.
- 33.** Какой из указанных элементов является характерным для черно- белого и цветного кинескопа с теневой маской?
1. Магнит чистоты цвета.
  2. Магниты сходимости.
  3. Магнит коррекции синего.
  4. Магнитная отклоняющая система.
- 34.** Какой из указанных элементов присутствует в иконоскопе?
1. Фотокатод.
  2. Фокусирующая катушка.
  3. Сигнальная пластина.
- 35.** В чем преимущество ортикона над иконоскопом?
1. Принцип накопления используется в ортиконе на сто процентов.
  2. Характеристика сигнал-свет в ортиконе линейна.
  3. Ортикон может работать при высоких уровнях освещенности.
- 36.** В чем преимущество иконоскопа над ортиконом?
1. Иконоскоп автоматически воспроизводит уровень черного.
  2. Иконоскоп имеет большую разрешающую способность.
  3. Иконоскоп имеет большую чувствительность.
  4. Иконоскоп может работать при высоких уровнях освещенности.
- 37.** Какой из указанных процессов отсутствует в ортиконе?
1. Вторичная эмиссия.
  2. Вторично-электронное умножение.

### 3. Фотоэмиссия.

38. Какой из указанных факторов не влияет на коэффициент преобразования лучистого потока.
1. Чувствительность фотокатода.
  2. Сила тока.
  3. Световая отдача экрана.
  4. Ускоряющее напряжение.
  5. Площадь фотокатода.
39. Какой из указанных факторов не влияет на коэффициент преобразования лучистого потока?
1. Чувствительность фотокатода.
  2. Эффективность экрана.
  3. Ускоряющее напряжение.
  4. Площадь фотокатода.
40. Какие конструктивные особенности имеет рентгеновский усилитель света по сравнению с обычным усилителем света?
1. Между камерами имеется стекло –волоконная перегородка.
  2. Вводимый фотокатод имеет большой диаметр.
  3. Рентгеновские усилители бывают двух и более камерными.
41. Какие преимущества имеет усилитель света, основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел?
1. Большой коэффициент усиления.
  2. Большую разрешающую способность.
  3. Отсутствие геометрических aberrаций.
  4. Отсутствие хроматической aberrации.
42. Какой из указанных ниже факторов не оказывает влияние на разрешающую способность электронного микроскопа?
1. Сферическая aberrация электронных линз.
  2. Дифракция электронов.
  3. Хроматическая aberrация электронных линз.
43. Что общего у светового и электронного микроскопа просвечивающего типа?
1. Механизм образования изображения в обоих случаях аналогичен.
  3. Наличие линз.
  4. Наличие осветительного устройства.
44. В чем преимущество электростатического электронного микроскопа над магнитным?
1. Высокое ускоряющее напряжение.
  2. Большое увеличение.
  3. Упрощенная схема питания.

### **Вопросы к экзамену.**

1. Основная задача электронной оптики.
2. Схема аналитического расчета задачи электронной оптики.
3. Оптико-механическая аналогия. Принцип Ферма, принцип Эйлера.
4. Методы расчета и экспериментального исследования электрических полей.
5. Методы измерения магнитных полей.
6. Основное уравнение параксиальной электронной оптики.
7. Оптическая сила электростатической электронной линзы.
8. Типы электростатических электронных линз.
9. Магнитная линза. Оптическая сила магнитной линзы.
10. Aberrации электронных линз.

11. Цилиндрические электронные линзы.
12. Квадрупольные электронные линзы.
13. Схема формирования интенсивных пучков.
14. Принцип построения пушек Пирса.
15. Фокусирующие системы. Основные требования предъявляемые к фокусирующим системам. Формирования пучка в электронной пушке, первая и вторая линзы.
16. Практические конструкции электронных пушек.
17. Отклоняющие системы. Электростатические и магнитные отклоняющие системы.
18. Конструкция отклоняющих систем.
19. Экраны, характеристики люминесцентных экранов.
20. Осциллографические электронно-лучевые трубки. Основные характеристики.
21. Приемные телевизионные трубки (кинескопы).
22. Передающие телевизионные трубки (иконоскоп, ортikon, видикон).
23. ЭОПы и усилители света. Основные характеристики.
24. Рентгеновский усилитель света.
25. Электронный микроскоп. Разрешающая сила электронного микроскопа.
26. Магнитный и электростатические варианты электронного микроскопа.
27. Типы электронных микроскопов: просвечивающий, растровый, эмиссионный, отражательный.
28. Электронно-лучевые коммутаторы.
29. Расчет пороговой чувствительности ЭОП.
30. ЭОП основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел.

### 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.

Весомость текущего и промежуточного контроля – 50% (коэффициент 0,5) и итогового контроля по дисциплине – 50% (коэффициент 0,5):

**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:

- 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.

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

#### а) основная литература:

1. В.М. Кельман, Электронная оптика / В. М. Кельман, С. Я. Явор ; под ред. Л.А. Арцимович. - 2-е изд., перераб. и допол. - М.;Л. : Академия Наук СССР, 1963. - 362 с.

2. В.М. Кельман, Электронная оптика / В. М. Кельман, С. Я. Явор. - Изд. 3-е, переработ. и доп. - Л. : Наука, Ленинградское отделение, 1968. - 487 с. : с илл.; 4 л. илл ; 22 см. - (АН СССР. Физ.-техн. ин-т им А. ф. Иоффе).
  3. В. Косслет, Введение в электронную оптику / В. Косслет. - М. : Изд-во инсогр. лит., 1950. - 347 с.
  4. Латыев, С. М. Основы конструирования оптико-электронных приборов и систем. Сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Основы конструирования оптико-электронных приборов и систем» / С. М. Латыев, А. Н. Иванов. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2015. - 57 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68676.html> (дата обращения: 15.06.2018).
  5. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Электрон. текстовые данные. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 98 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13990.html> (дата обращения: 16.06.2018).
- б) дополнительная литература:**
1. М.В. Кельман, С.Я. Явор «Электронная оптика» Изд. АН СССР 1963г.
  2. В. Косслет «Введение в электронную оптику» Изд. Ин. Лит. 1952г.
  3. А.М. Юнусов «Электронная оптика» (Метод. указания к курсу лекций). Махачкала, 1987г.

## **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 с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://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.рф/>. 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 госуниверситета.

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.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

### **Методические указания студентам.**

1. Методические указания к курсу лекций по электронной оптике. ДГУ.1998г.
2. Методические указания к проведению практических занятий по электронной оптике. ДГУ. 1998г.

**Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:**

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

### **Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

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

Учебная и научная литература по курсу. Видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания. Свободный доступ в Интернет, наличие компьютерных программ общего назначения.

Операционные системы: семейства Windows (не ниже Windows XP).

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

1. При проведении занятий используется компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой.
2. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.
3. Электронно-лучевые трубки: передающие телевизионные трубки, кинескопы, электронно-оптические преобразователи.