



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физический факультет**

*Кафедра физической электроники*



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и  
инновациям

Н.А. Ашурбеков

» март 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины:  
«ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

Основной профессиональной образовательной программы подготовки  
аспиранта по направлению

**03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации  
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:

**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Статус дисциплины: вариативная, по выбору

Махачкала 2020 год

Рабочая программа по дисциплине «Физическая электроника» составлена в 2020 году на основании ФГОС ВО по направлению подготовки научно-педагогических кадров 03.06.01 Физика и астрономия, квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 867.


Составитель рабочей программы  
к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_



Юнусов А.М.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета физического факультета протокол № 6 от «28» 02 2020 г.

Председатель совета  
физического фак-та, проф. \_\_\_\_\_



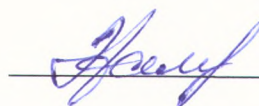
Курбанисмаилов В.С.

«28» февраля 2020 г.

Согласовано:

Начальник управления  
аспирантуры и докторантуры

«26» марта 20 г.



Рамазанова Э.Т.

### Аннотация рабочей программы дисциплины.

Дисциплина «Физическая электроника» входит в вариативную по выбору часть основной образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации по направлению **03.06.01 - Физика и астрономия**

Дисциплина реализуется на факультете физическом, кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с результатами, достигнутыми в физической электронике, а именно: с вопросами движения электронов и ионов (в вакууме) в электрических и магнитных полях, фокусировки электронных и ионных потоков, взаимодействия электронных потоков с электромагнитными полями, получения изображения с помощью электронных и ионных пучков; а также с принципом действия и особенностями как существующих, так и вновь разрабатываемых приборов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных - УК-3, общепрофессиональных - ОПК-1, профессиональных - ПК-2, ПК-4.

#### 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, изучающих дисциплину физическая электроника.

Программа разработана в соответствии с:

Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/03.06.01.pdf> от 30 июля 2014 года №867 Образовательной программой 03.06.01 Физика и астрономия, квалификация: «Исследователь. Преподаватель – исследователь».

Учебным планом университета по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденным в 2018г.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

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

Объем дисциплины \_3\_зачетных единиц, 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		
4,5	108	18	8	10			90	зачет

## Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) является ознакомления аспирантов с главными результатами, достигнутыми в физической электронике, а именно в той ее области, которая связана с вопросами движения электронов и ионов (в вакууме) в электрических и магнитных полях, фокусировки электронных и ионных потоков, взаимодействии электронных потоков с электромагнитными полями, получения изображения с помощью электронных и ионных пучков; а также с принципом действия и особенностями как существующих, так и вновь разрабатываемых приборов. В процессе изучения дисциплины аспиранты должны всесторонне и глубоко усвоить теоретический материал, овладеть с методами расчета различных физических явлений в системах, находящих практическое применение; хорошо усвоить физическую основу работы приборов, взаимосвязи их характеристик и параметров, уметь применить полученные знания на практике, в частности, при выполнении дипломных работ, при проведении научных исследований.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

<i>Коды компетенции</i>	<i>Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Основные методы научно-исследовательской работы.</li><li>• Методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать научную информацию.</li><li>• Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать результаты реализации этих генерировать новые идеи.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li><li>• Навыками критического анализа и оценки современных</li></ul>

		<p>научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.</li> <li>• Навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов.</li> </ul>
<b>ОПК-1</b>	<p>способностью самостоятельно осуществлять научно исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы соответствующей и методы их организации.</li> <li>• Современные способы Использования информационно-коммуникационных технологий выбранной сфере деятельности. коммуникационных технологий.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Представлять научные результаты по теме диссертации в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.</li> <li>• Готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в выбранной сфере научной деятельности.</li> <li>• Представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес сообществу.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.</li> <li>• Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.</li> <li>• Навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов.</li> <li>• Навыками представления и</li> </ul>

		продвижения результатов интеллектуальной деятельности
<b>ПК-2</b>	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Фундаментальные основы физической электроники.</li> <li>• Нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР.</li> <li>• Требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Представлять научные результаты по теме диссертации в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.</li> <li>• Готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в выбранной сфере научной деятельности.</li> <li>• Представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес сообществу.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методами планирования, подготовки проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направлению физика и астрономия.</li> <li>• Навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение НИР и проектных работ по направлению физическая электроника.</li> </ul>
<b>ПК-4</b>	способностью обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы работы современной радиоэлектронной аппаратуры;</li> <li>• методы эксплуатации современной оптической аппаратуры и оборудования.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работать и эксплуатировать современную радиоэлектронную и оптическую аппаратуру и оборудование.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципами работы и методами эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и другого</li> </ul>



		оборудования при проведении физических измерений.
--	--	---

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
общепрофессиональные	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-2	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-4	способностью обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина **Физическая электроника** входит в вариативную по выбору часть образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации по направлению 03.06.01 - Физика и астрономия.

Перечень дисциплин с указанием разделов, усвоение которых необходимо аспирантам для изучения данной дисциплины:

1. Оптика, разделы: геометрическая оптика, термодинамика излучения.
2. Атомная физика, раздел движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях.
3. Математика, раздел дифференциальные уравнения.

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических 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	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. (название модуля)								
1	Введение.							4	
2	Движение электронов в электрических и магнитных полях в вакууме.							6	Устный опрос,
3	Методы решения и экспериментального исследования электрических и магнитных полей.			2		2		6	Устный опрос, письменный опрос
4	Движение электронов в осесимметрическом электрическом поле. Основное уравнение электронной оптики. Методы решения основного уравнения электронной оптики			2		2		6	Устный опрос, письменный опрос
5	Электростатические электронные линзы. Типы электронных линз. Электростатические электронные зеркала.							6	Устный опрос, письменный опрос



	<i>Итого по модулю 1:</i>			4		4		28	
	<i>Модуль 2. (название модуля)</i>								
6	Фокусирующие устройства. Электронные пушки для формирования малоинтенсивных пучков.			2				10	Устный опрос, письменный опрос
7	Релятивистские электронные пучки. Ускорители.					2		10	Устный опрос, письменный опрос
8	Массанализаторы.					2		10	Устный опрос, письменный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>			2		4		30	
	<i>Модуль 3.</i>								
9	Интенсивные электронные пучки. Пушки Пирса.							16	Устный опрос, письменный опрос
10	Энергетическое взаимодействие электромагнитного поля с электронами. Клистроны. Магнетронная частица.			2		2		16	Устный опрос, письменный опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>			2		2		32	
	<b>ИТОГО:</b>			8		10		90	

#### 4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам.

1. Движение электронов в электрических и магнитных полях в вакууме.
2. Методы решения и экспериментального исследования электрических и магнитных полей.
3. Движение электронов в осесимметрическом электрическом поле. Основное уравнение электронной оптики. Методы решения основного уравнения электронной оптики.
4. Электростатические электронные линзы. Типы электронных линз. Электростатические электронные зеркала.
5. Фокусирующие устройства. Электронные пушки для формирования малоинтенсивных пучков.
6. Релятивистские электронные пучки. Ускорители.
7. Массанализаторы.
8. Интенсивные электронные пучки. Пушки Пирса.
9. Энергетическое взаимодействие электромагнитного поля с электронами. Клистроны. Магнетронная частица.

#### 5.Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося.

В течение семестра аспиранты 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 практическим занятиям, охватывающие базовые вопросы курса: в конце семестра.

**Итоговый контроль: зачет** в конце семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.**

##### **Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:**

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка реферата (до 5 страниц), презентации и доклада (10-15 минут)
4. Подготовка к зачету.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов:

##### **Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:**

1. Текущий контроль: Прием реферата, презентации, доклада и оценка качества их исполнения на мини-конференции.

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка реферата (до 5 страниц), презентации и доклада (10-15 минут)	Прием реферата, презентации, доклада и оценка качества их исполнения на мини-конференции.	См. разделы 6.1, 6.2 и 7 данного документа
2.	Подготовка к зачету	Промежуточная аттестация в форме зачета.	См. разделы 6.3, 6.4 и 7 данного документа

2. Промежуточная аттестация в форме зачета.

**Текущий контроль** успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лекции, выполняемый для оперативной активизации внимания аспирантов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе экзаменационного вопроса. Примерно с пятой недели семестра - в форме контроля самостоятельной работы по подготовке рефератов, содержание которых будет представлено публично на мини-конференции и сопровождено презентацией и небольшими тезисами в электронной форме.

Выбор темы реферата согласуется с лектором.

Практикуется два типа тем - самостоятельное изучение конкретной проблемы или ознакомление с учебным дистанционным курсом по теме курса. Результаты самостоятельной работы играют роль допуска к экзамену.

##### **Промежуточная аттестация:**

Для допуска к зачету надлежит сделать сообщение на мини-конференции, представить презентацию и собственно текст реферата.

Зачет проходит в устной форме в виде ответов на билеты и, если понадобится, то на дополнительные контрольные вопросы, которые задает экзаменатор при необходимости уточнить оценку.

- Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса и демонстрацию способности самостоятельно анализировать вопросы применения и развития современных ИТ.

- Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.
- Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.
- Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и аспирант не может показать владение материалом курса.

### **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Тематика рефератов ежегодно подвергается пересмотру и обновлению соответственно появлению новых перспективных средств и методов работы с информацией. Предлагается следующий список рефератов, который может быть расширен и уточнен при обсуждении и конкретизации с аспирантами.

#### **Примеры тем рефератов.**

1. Динамические массанализаторы. Омегатрон.
2. Магнеторезонансный и цилотроннорезонансный массанализаторы.
3. Расчет разрешающей силы масс- спектрометра системы Демистера.
4. Интенсивные электронные пушки.
5. Действие пространственного заряда в пучках.
6. Понятие кроссовера пучка.
7. Принцип построения пушек Пирса.
8. Пушки Пирса с параллельным пучком.
9. Пушки Пирса со сходящимся пучком.
10. Системы формирования пучков с однородным магнитным полем.
11. Теорема Буша для аксиально- симметричного пучка.
12. Трубчатые пучки.
13. Магнетронные пушки.
14. Системы формирования с периодическим магнитным полем, и с периодическим электрическим полем.

#### **Типовые тестовые задания**

##### **1. Что общего между движением электронов в электрическом поле и распространением света в оптической среде?**

1. Энергия электрона и фотона меняется.
2. Энергия электрона и фотона не меняется.
3. Выполняется принцип Ферма.

##### **2. Какой из указанных методов экспериментального исследования электрических полей является более точным?**

1. Метод электроинтеграторов.
2. Метод электролитической ванны.
3. Метод упругой мембраны.

##### **3. Какой из экспериментальных методов исследования магнитных полей является более точным?**

1. Метод датчика Холла.
2. Метод баллистического гальванометра.
3. Метод Милли веберметра.

##### **4. Какое напряжение используется в методе электролитической ванны.**

1. Постоянное напряжение.
2. Переменное напряжение ( $f=50\text{Гц}$ ).
3. Переменное напряжение ( $f=1\text{МГц}$ ).
4. Переменное напряжение ( $f=10\text{Гц}$ )

**5. Какой вывод можно сделать из общего вида основного уравнения электронной оптики?**

1. Осесимметрическое электрическое поле обладает фокусирующими свойствами по отношению к электронам движущихся в этом поле.
2. Уравнение не однородно по отношению к осевому потенциалу.
3. Траектории электронов в осесимметрическом электрическом поле необратимы.

**6. Какой метод решения можно применить, если известно осевое распределение потенциала?**

1. Метод последовательных приближений.
2. Метод линейных отрезков.
3. Метод гравитационного моделирования.

**7. Какой ответ является правильным? Электростатическая электронная линза- это область осесимметрического электрического поля в которой вторая производная осевого потенциала**

1. больше нуля
2. меньше нуля
3. равна нулю.

**8. От чего зависит оптическая сила электростатической электронной линзы?**

1. От напряженности поля внутри линзы.
2. От заряда электрона.
3. От массы электрона.

**9. Чем определяется тип электростатической электронной линзы?**

1. Характером распределения осевого потенциала.
2. Характером изменения первой производной осевого потенциала.
3. Характером изменения второй производной осевого потенциала.

**10. В каком случае электростатическая электронная линза будет электронным зеркалом?**

1. Потенциалы электродов линзы выше потенциала катода.
2. Потенциал, хотя бы одного электрода линзы ниже потенциала катода.

**11. От чего зависит оптическая сила короткой магнитной линзы?**

1. От напряженности магнитного поля в линзе.
2. от квадрата напряженности магнитного поля.
3. От квадрата радиуса катушки.

**12. От чего зависит угол поворота изображения в магнитной линзе?**

1. От положения изображаемой точки относительно линзы.
2. От напряженности магнитного поля в линзе.

3. От квадрата напряженности магнитного поля.

**13. Для чего в магнитной линзе, катушку заключают в ферромагнитную оболочку?**

1. Для сжатия магнитного поля вдоль оси.
2. Для увеличения оптической силы магнитной линзы.
3. Для уменьшения угла поворота изображения.

**14. От чего зависит оптическая сила цилиндрической электростатической электронной линзы?**

1. От заряда электрона.
2. От массы электрона.
3. От напряженности электрического поля в линзе.

**15. От чего зависит оптическая сила тонкой, слабой квадрупольной электростатической линзы?**

1. От скорости электронов.
2. От материала электродов.
3. От значения потенциала на оси.

**16. Что общего в траектории параксиальных электронов движущихся в осесимметричных электрическом и магнитном полях?**

1. Траектории плоские кривые.
2. Траектории обратимы.
3. Траектории пересекают ось симметрии.

**17. С чем связано возникновение сферической аберрации электронных линз?**

1. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости предмета.
2. С разбросом начальных скоростей электронов.
3. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости линзы.

**18. С чем связано возникновение хроматической аберрации электронных линз?**

1. С разбросом начальных скоростей электронов.
2. С взаимодействием электронов в пучке.
3. С нарушением осевой симметрии поля.

**19. Как будет отображаться точечный объект цилиндрической электронной линзой.**

1. Точкой.
2. Кругом.
3. Отрезком прямой.

**20. Как будет отображаться точечный объект квадрупольной электронной линзой?**

1. Точкой.
2. Кругом.
3. Отрезком прямой.

**21. Какое преимущество квадрупольных электронных линз над осесимметричными линзами?**

1. Создают хорошо сфокусированное изображение точки.
2. Оптическая сила их больше.
3. Аберрация меньше.

**22. Как изменится оптическая сила одиночной линзы (средний электрод которой соединен с катодом) с увеличением потенциала крайних электродов.**

1. Оптическая сила увеличится.
2. Оптическая сила уменьшится.
3. Оптическая сила останется без изменения.

**23. От чего зависит чувствительность электростатического отклонения?**

1. От заряда электрона.
2. От массы электрона.
3. От ускоряющего напряжения.

**24. От чего зависит чувствительность магнитного отклонения?**

1. От величины магнитного поля.
2. От тока пучка.
3. От заряда и массы частицы.

**25. Какие требования предъявляются к электронному прожектору?**

1. Электронно-оптическая система должна обеспечивать в плоскости экрана минимальное сечение электронного пучка.
2. Элементы прожектора должны быть изготовлены из ферромагнитных материалов.

**26. Какими факторами можно охарактеризовать действие пространственного заряда в пучке?**

1. Расширением электронного пучка в пространстве свободном от поля.
2. Возрастанием тока пучка. 3. Ростом потенциала в пучке.

**27. Какие силы действуют на границе осесимметричного электронного пучка?**

1. Радиальная кулоновская сила направленная от оси пучка, т.е. стремящаяся увеличить радиус пучка.
2. Сила Лоренца, создаваемая движущимися электронами, направленная от оси пучка.

**28. От чего зависит радиальная составляющая напряженности электрического поля, создаваемая пространственным зарядом, на границе пучка?**

1. От радиуса пучка.
2. От длины пучка.
3. От распределения потенциала внутри пучка.

**29. Какое преимущество имеет система с периодической фокусировкой по сравнению с ограничивающими системами с однородным магнитным полем?**

1. высокая экономичность.
2. занимает много пространства.
3. позволяет получить гладкие пучки (например, бриллюэновского пучка).

**30. В чем отличие электронных пушек, фокусирующих интенсивные пучки (Пушки Пирса), от пушек с небольшим первенсом.**

1. пушки Пирса-однопотенциальные.
2. пушки имеют не менее двух электронных линз.
3. создают на применение пятно минимальных размеров.

**31. К каким веществам относятся катодолюминофоры?**

1. диэлектрики.
2. полупроводники.

### 3. металлы

#### 32. От чего зависит коэффициент вторичной электронной эмиссии?

1. От угла падения электронного пучка на кристалл.
2. От тока пучка.
3. От первичного пучка.

#### 33. Какими свойствами должен обладать люминофор используемый для изготовления экранов?

1. Отсутствие вторично-эмиссионных свойств.
2. Физико-химическая стойкость.

#### 34. Какое преимущество имеют экраны с записью темной строкой над обычными экранами?

1. Большая световая отдача.
2. Высокая разрешающая способность.
3. Спектральная характеристика экрана близка к кривой спектральной чувствительности глаза.

#### 35. Какая операция не производится при масс-спектрометрическом анализе?

1. Превращение исследуемых изотопов в положительные ионы с некоторым зарядом  $g$ .
2. Получение ионного пучка путем ускорения ионов в продольном магнитном поле до некоторого значения энергий.
3. Разложение ионного пучка на ряд пучков ионов в зависимости от их массы  $M$  при одном и том же  $g$  (точнее, в зависимости от  $M/g$ ).

#### 36. какая задача не решается в масс- спектроскопии?

1. Определение массы частицы.
2. Определение изотопного состава.
3. Определение энергии частицы.

#### 37. Какие частицы не ускоряются в циклотроне?

1. протоны.
2.  $\alpha$  - частицы
3. электроны.

#### 38. Какое условие должно быть выполнено для того, чтобы магнитное поле могло влиять на электрический разряд в газе?

1.  $r < L$
2.  $av \sim < 1$
3.  $r > L$

#### 39. На каком явлении основана работа клистрона (пролетного, отражательного), магнетрона?

1. скоростной модуляции потока электронов.
2. На явлении резонанса.
3. Передачи энергии источника тока потоку электронов.



**40. Какой общий недостаток клистронов, магнетронов.**

1. Небольшая мощность.
2. Небольшую КПД.
3. Энергия электрического потока передается электромагнитному полю непрерывно, а в очень небольшом пространстве между сетками резонатора

**41 Какое преимущество ЛБВ (ЛОВ) над клистронами, магнетронами.**

1. генерируют электромагнитные волны в широком спектре частот.
2. Большая мощность.
3. Высокой КПД.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**6.1. Основная литература:**

1. К. Шимино, «Физическая электроника» М., Энергия. 1977г.
2. А.Г. Шерстнев «Электронная оптика и электронно-лучевые приборы». М., Энергия 1971г.
3. А.А. Жигарев «электронная оптика и электронно-лучевые приборы». М., «Высшая школа» 1972г.
4. Светцов В.И., Холодков И.В. Физическая электроника и электронные приборы. Иваново, 2008 . 494 с.
5. Дудкин, В.И. Квантовая электроника. Приборы и их применение : учеб. Пособие для вузов. - М.: Техносфера, 2006. - 432 с.
6. Светцов, В. И. Оптическая и квантовая электроника.— Иваново, изд. ИГХТУ, 2010. 196 с.
7. Пасынков, В. В., Чиркин, Л. К. Полупроводниковые приборы. СПб.: Лань, 2001. 479 с.
8. Терехов, В.А. Задачник по электронным приборам. СПб.: Лань, 2003. 278с. (40)

**6.2. Дополнительная литература:**

1. Физический энциклопедический словарь. М., «Советская энциклопедия» 1983г.
2. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. «Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях» 2 изд. М., 1978г.
3. Лебедев И.В. «Техника и приборы сверхвысоких частот». Т. 2 М., «энергия» 1964г.
4. Рафильсон А.Э., Шертевский А.М. «Масс-спектрометрические приборы». М., 1968г.
5. Левитский С.В.. Сборник задач и расчетов по физической электронике. 1964.
6. Линч П., Николайдес А.. «Задачи по физической электронике». М., 1975.
7. Юнусов А.М. Задачи и расчеты по физической электронике. Махачкала. Изд. ДГУ, 2012. С.28.
8. Соболев, В. Д. Физические основы электронной техники. М.: Высшая школа, 1979 . 448 с. (45)
9. Фридрихов, С.А., Мовнин, С.М. Физические основы электронной техники. М.: Высшая школа, 1982. 608с.
10. Сушков Вакуумная электроника: Физико-технические основы. СПб. [и др.]: Лань, 2004. 462 с (15)
11. Догadin Н.Б. Основы радиотехники - СПб: Лань, 2007.
12. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. - М.: Гардарики 2003.
13. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы, СПб: Лань, 2006.
14. Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по СВЧ электронике для физиков. Т. 1, 2. М.: Физматлит, 2003. 496 с.

### 6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа.
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
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.
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
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>
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
12. Springer. <http://link.springer.com>.
13. SCOPUS <https://www.scopus.com>
14. Web of Science - [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)

### 6.4. Программное обеспечение

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

- Borland Delphi 7.0
- Embarcadero RAD Studio XE 10.1
- Originlab Originpro 2018

### 6.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www URL: <http://www.biblioclub.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www URL: <http://e.lanbook.com/>.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;

2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

При освоении дисциплины для проведения лекционных занятий нужны учебные аудитории, оснащённые мультимедийным оборудованием, для выполнения практических и лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с набором базового программного обеспечения.

## **8. Образовательные технологии**

Технология процесса обучения по дисциплине «Физическая электроника» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- б) самостоятельная работа аспирантов;
- в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончании;
- г) зачет.

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обеспечения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Физическая электроника» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.