

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры и аспирантуры

О.А. Бодров
« 26 » 06 2020 г.

Заведующий кафедрой Общей и
экспериментальной физики

М.В. Дубков
« 26 » 06 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОПиМД


А.В. Корячко
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.01.ДВ.03.02 «ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

В ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ»

Направление подготовки – 03.06.01 Физика и астрономия
ОПОП – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Квалификация выпускника – Исследователь. Преподаватель-
исследователь

Формы обучения – очная, заочная

Рязань 2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (подготовка кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 867.

Разработчик
Доцент кафедры
Общей и экспериментальной физики,
к.т.н., доцент



В.В. Иванов

Программу обсуждена и одобрена на заседании кафедры Общей и экспериментальной физики,
протокол № 8 от «25» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой
Общей и экспериментальной физики,
д.т.н., доцент



М.В. Дубков

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Физические процессы в электронных приборах» является составной частью основной профессиональной образовательной программы «Приборы и методы экспериментальной физики» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (подготовка кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 867.

Целями освоения дисциплины «Физические процессы в электронных приборах» являются изучение основных физико-технических явлений и устройств для формирования электронных и ионных потоков, методов измерения параметров и характеристик пучков заряженных частиц, расчета основных явлений, приобретение навыков анализа явлений в конкретных условиях.

В задачи дисциплины входит:

- изучение математических моделей устройств для формирования электронных и ионных потоков, основанных на фундаментальных основах физики и методов их практического использования;
- расширение научного кругозора и эрудиции аспирантов, овладение методами теоретического описания и основными математическими моделями физических процессов в электронных устройствах;
- совершенствование навыков постановки численного эксперимента по измерению параметров и характеристик пучков заряженных частиц, применения современных экспериментальных методик и информационно-коммуникационных технологий;
- совершенствование навыков моделирования физических процессов в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- совершенствование навыков профессионального изложения научного, экспериментального и теоретического материала в виде докладов, презентаций, научных публикаций; умения теоретически обосновать явления, обусловленные физическими процессами в электронных приборах;
- совершенствование навыков организации научно-исследовательской и научно-методической работы;
- применение приобретенных теоретических и практических знаний для решения конкретных задач при подготовке выпускных работ, в научно-исследовательской, а также дальнейшей профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать физико-технические основы электронной оптики, способы формирования и измерения электронных и ионных потоков, физические процессы и явления, законы и концепции и примеры их использования в приборах;

уметь применять полученные знания для анализа явлений и расчета процессов при решении конкретных задач;

владеть практическими навыками применения устройств электронной оптики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды компетенций	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><u>Знать</u>: инновационные и вариативные концепции, модели, технологии и приемы организации и проведения экспериментальных исследований в области физики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p> <p><u>Уметь</u>: применять на практике основные приемы организации и проведения экспериментальных исследований в области физики, современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии, анализировать экспериментальные результаты и обосновывать полученные выводы.</p> <p><u>Владеть</u>: методами организации и проведения экспериментальных исследований в области физики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>
ПК-1	Способность модернизировать известные и разрабатывать новые методики и методы физических измерений	<p><u>Знать</u>: основные принципы и методы измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики.</p> <p><u>Уметь</u>: модернизировать известные и разрабатывать новые методики измерений физических величин.</p> <p><u>Владеть</u>: методологией модернизации и разработки новых методик измерений физических величин.</p>
ПК-3	Способность моделировать физические явления и процессы в	<p><u>Знать</u>: методы и приемы моделирования физических явлений и процессов в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p>

	электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<p><u>Уметь:</u> моделировать физические явления и процессы в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Владеть:</u> методами и приемами моделирования физических явлений и процессов в электронных приборах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий</p>
ПК-4	Способность обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты исследования физических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<p><u>Знать:</u> концепции, модели, технологии и приемы организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов обработки и представления экспериментальных данных на основе информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Уметь:</u> обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты исследования физических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><u>Владеть:</u> методами и приемами обработки и интерпретации экспериментальных результатов исследования физических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение</p>

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП И СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ

Дисциплина «Физические процессы в электронных приборах» (К.М.01.ДВ.03.02) относится к вариативной части блока 1 дисциплин (модулей) по выбору учебного плана направления подготовки – 03.06.01 «Физика и астрономия»; ОПОП «Приборы и методы экспериментальной физики».

Дисциплина изучается аспирантами по очной форме обучения на 3-м курсе, в 6-м семестре, по заочной - на 4-м курсе.

Объем составляет 72 часа (2 зачетных единицы) по очной и заочной формам обучения.

До начала изучения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- фундаментальные физические законы и процессы;
- основные тенденции развития и проблемы в области экспериментальной физики;

уметь:

- осуществлять поиск источников литературы с привлечением современных информационных технологий;
- составлять математические уравнения известных физических законов;

владеть:

- базовой терминологией;
- методологическими основами математического моделирования.

Дисциплина «Физические процессы в электронных приборах» является основой для подготовки научно-квалификационной работы аспиранта.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	
	Очная форма	Заочная форма
Общая трудоёмкость дисциплины, в том числе:	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	26,25	12,25
Лекции	18	6
Практические занятия	8	6
Консультации	-	
ИКР	0,25	0,25
Самостоятельная работа	37	56
Контроль	8,75	3,75

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел	Содержание
1. Введение.	Электровакuumные приборы: достоинства и перспективы развития. Электронно-оптические системы (ЭОС). Классификация, основные параметры и характеристики электронных потоков. Общие схемы построения ЭОС и области их применения.
2. Проектирование	Постановка и методы решения основной задачи

ЭОС.	электронной оптики. Геометрическая и волновая оптика; релятивистское и нерелятивистское движение микрочастиц; границы применимости, соотношение неопределённостей. Оптика и баллистика. Методы синтеза и анализа. Используемые приближения. Закон сохранения энергии в электронной оптике. Определение параметров электрических и магнитных полей. Моделирование и макетирование электронно-оптических систем.
3. Методы измерения пучков.	Классификация и общая характеристика методов. Моделирующие среды и устройства. Анализаторы электронных пучков. Метод составного коллектора. Метод зондирования потока. Метод фоторегистрации и другие качественные и количественные методы.
4. Действие пространственного заряда в пучках.	Сила пространственного заряда. Контур расхождения; пучков. Провисание потенциала. Ограничение тока в пучках.
5. Электронные пушки.	Пушка Пирса. Расчет геометрии фокусирующего электрода. Действие анодного отверстия. Особенности практической конструкции пушки. Формирование сходящихся пучков и их достоинства. Пушки с повышенным первеансом. Проблема повышения первеанса. Пушки Мюллера, Хейля и др. Триодные пушки. Магнетронно-инжекторная пушка. Управляемые пушки.
6. Формирование многолучевых пучков.	Методы формирования. Решение проблемы повышения первеанса. Ограничение размеров электронных потоков. Транспортировка и фокусировка пучков в канале отверстия сетки с помощью электростатических и магнитных полей. Миниатюризация ЭВП.
7. Ионные источники.	Основные параметры и требования. Источники с разрядом Пеннинга. Источники с ВЧ разрядом. Дуоплазмотрон.

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Очная форма обучения

Темы	Общая трудоемкость	Контактная работа аспирантов с преподавателем					Контроль	Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Практические занятия	Консультации	ИКР		
Введение.	3	2	2					1

Проектирование ЭОС.	12	6	4	2				6
Методы измерения пучков.	10	4	2	2				6
Действие пространственного заряда в пучках.	11	5	4	1				6
Электронные пушки.	9	3	2	1				6
Формирование многолучевых пучков.	9	3	2	1				6
Ионные источники.	9	3	2	1				6
	9	0,25				0,25	8,75	
Всего	72	50,25	18	8	-	0,25	8,75	37

Заочная форма обучения

Темы	Общая трудоемкость	Контактная работа аспирантов с преподавателем					Контроль	Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Практические занятия	Консультации	ИКР		
Введение.	2,5	0,5	0,5					2
Термоэлектронная эмиссия.	11	2	1	1				9
Фотоэлектронная эмиссия.	11	2	1	1				9
Вторичная электронная эмиссия.	11	2	1	1				9
Термоионная эмиссия	11	2	1	1				9
Автоэлектронная (полевая) эмиссия.	11	2	1	1				9
Экзоэлектронная эмиссия.	10,5	1,5	0,5	1				9
	4	0,25				0,25	3,75	
Всего	72	12,25	6	6	-	0,25	3,75	56

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое обеспечение дисциплины включает в себя пособия, рекомендованные для самостоятельной работы аспиранта, инструкции по эксплуатации исследовательского оборудования.

Во время изучения дисциплины аспирант осуществляет сбор, обработку и систематизацию фактического и литературного материала к научно-квалификационной работе, подготовку к сдаче зачета.

6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная:

1. Силадьи М. Электронная и ионная оптика. – М.: Мир, 1990. – 638 с.
2. Алямовский И.В. Электронные пучки и электронные пушки. – М.: Сов. радио, 1966. – 456 с.
3. Молоковский С. И., Сушков А.Д. Интенсивные электронные и ионные пучки. – Л.: Энергия, 1972. – 272 с.

б) дополнительная:

1. Вольник Г. Оптика заряженных частиц. – С.-Пб., Энергоатомиздат, 1992. – 280 с.
2. Татур Т.А. Основы теории электромагнитного поля. – М.: ВШ, 1989. – 270 с.
3. Кирштейн П.Т. Формирование электронных пучков / Кирштейн П.Т., Кайно Г.С., Уотерс У.Е. – М.: Мир, 1970. – 600 с.
4. Кельман В.М. Электронная оптика / Кельман В.М., Явор С.Я. – Л.: Наука 1968. – 487 с.
5. Зинченко Н.С. Курс лекций по электронной оптике. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1961. – 362 с.

8. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО–ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам:

– Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого

компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

– Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа обучающегося на лекции

Только слушать лекцию и записывать за лектором все, что он говорит, недостаточно. В процессе лекционного занятия обучающийся должен выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Прослушанный материал лекции аспирант должен проработать. От того, насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

1. Конспект нужно записывать «своими словами» лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.

2. При конспектировании следует отмечать непонятные, на данном этапе, места; записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными.

3. При ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул (в случае, если лектор не заостряет на этом внимание); это позволит при подготовке к сдаче зачета не запутаться в структуре лекционного материала.

4. Рекомендуется в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение, комментарий, вывод.

При изучении лекционного материала у аспиранта могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю после лекции.

В заключение следует отметить, что конспект каждый аспирант записывает лично для себя. Поэтому конспект надо писать так, чтобы им было удобно пользоваться.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по изучению материала дисциплины существенно дополняют лекции. В процессе анализа материала аспиранты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физические законы и процессы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе практических занятий вырабатываются навыки применения вычислительной техники, работы со справочной литературой, таблицами.

В часы самостоятельной работы аспиранты должны рассматривать вопросы, с которыми они не успели разобраться во время аудиторных занятий..

Отсутствие спешки на таких занятиях (которая нередко бывает на учебных занятиях из-за недостатка времени и напряженности рабочего плана) несомненно должно дать положительный эффект.

Подготовка к сдаче зачета

Зачет – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача зачета состоит в том, чтобы у аспиранта из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к зачету, аспирант приводит в систему знания, полученные на лекциях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

На зачете оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
- 5) умение приложить теорию к практике;
- 6) знакомство с историей науки;
- 7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Но значение зачетов не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы аспиранта, они способствуют обобщению и закреплению знаний и умений, приведению их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов.

Подготовка к зачету не должна ограничиваться беглым чтением лекционных записей, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Механического заучивания также следует избегать, поскольку его нельзя назвать учением уже потому, что оно создает внутреннее сопротивление какому бы то ни было запоминанию и, конечно, уменьшает память. Более надежный и целесообразный путь – это тщательная систематизация материала при вдумчивом повторении, запоминании формулировок, установлении внутрипредметных связей, увязке различных тем и разделов, закреплении путем решения задач.

Подготовку к зачетам следует начинать с общего планирования своей деятельности в период промежуточной аттестации, с определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному зачету. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок,

выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для выполнения практических задания аспирант может использовать любой свободно распространяемый программный продукт, как для создания собственных программ расчетов, так и для обработки полученных данных.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

- доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск актуальной научно-методической и научно-технической информации;
- необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы:
 1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, 700102019)
 2. Kaspersky Endpoint Security
 3. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- 2) компьютерный класс для проведения практических занятий и самостоятельной работы, оснащенный индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.