

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора Института по научной работе
С.В. Лебедев
« 02 » 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ИЗЛУЧЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТКИХ ЧАСТИЦ В АСТРОФИЗИКЕ
основной образовательной программы подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению **03.06.01 Физика и астрономия**

Профиль:
01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Принято Ученым советом
Протокол №1 от 20 февраля 2015 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Шлепкин

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов основных образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, профиль 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

Целями изучения дисциплины является:

- Углубление знаний по ряду теоретических проблем в области классической электродинамики сплошных сред и знакомство с проблемами физики процессов излучения релятивистских частиц в средах;
- Приобретение опыта использования теоретических методов для расчета излучения релятивистских частиц в средах

Задачи дисциплины заключаются в изучении:

- Фундаментальных понятий, законов и теорий, относящихся к излучению релятивистских частиц в средах в рамках классической электродинамики.
- Математических методов, используемых в астрофизике для расчета излучения релятивистских частиц в средах.

Для достижения задач, поставленных при изучении дисциплины, используется набор методических средств: учебная, учебно-методическая литература, информационные ресурсы библиотеки, электронные курсы и др.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

- 2.1. Учебная дисциплина «Излучение релятивистских частиц в астрофизике» входит в вариативную часть ООП (дисциплины по выбору).
- 2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ФТИ им. А.Ф. Иоффе, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имеющих по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных учебных программах указанных уровней.
- 2.3. Дисциплина «Излучение релятивистских частиц в астрофизике» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Излучение релятивистских частиц в астрофизике» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки «Физика и астрономия»:

3.1. Универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

3.2. *Общепрофессиональные компетенции:*

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

3.3. *Профессиональные компетенции:*

- способность планировать, организовывать работу по проектам, требующим знания астрофизики и звездной астрономии (ПК-1);

- способность к теоретическому расчету необходимых астрофизических и астрономических величин (ПК-2);

- способность к разработке математических моделей, определяющих изучаемые процессы в астрофизике и звездной астрономии (ПК-3);

- способность получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать и обосновывать методики и средства решения поставленных задач (ПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. *Разделы дисциплины и виды занятий*

Приводимая ниже таблица показывает распределение бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса согласно учебному плану в 4 семестре.

Наименование разделов и тем	Трудо- ем- кость (в ЗЕТ)	Объем работы (в ча- сах)	Всего учебных занятий (в часах)			
			лекции	Лаб. / прак- т	са- мо- сто- ятел- ьная ра- бота	кон- тро- ль
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1.						
Тема 1.1. Излучение релятивистских частиц.		26	3		23	
Тема 1.2. Излучение в среде с дисперсией.		26	3		23	
Тема 1.3. Радиационные потери.		28	4		24	
Тема 1.4. Переходное излучение быстрых частиц.		28	4		24	
Всего по разделу	3	108	14		94	
Всего по дисциплине	3	108	14		94	за- чет

4.2 Содержание разделов и тем

Тема 1.1. Излучение релятивистских частиц.

1. Поле запаздывающих потенциалов на больших расстояниях. Интенсивность, спектр, поляризация излучения.
2. Излучение частицы, двигающейся по кругу. Формула Шотта.
3. Циклотронное и синхротронное излучение. Интенсивность, спектр, поляризация.
4. Особенности излучения ультрарелятивистских частиц. Изгибное излучение. Эффект Рабина-Цытовича.

Тема 1.2. Излучение в среде с дисперсией.

1. Уравнения Максвелла в среде с дисперсией. Диэлектрическая проницаемость.
2. Энергия излучения в среде с пространственной и временной дисперсией
3. Однокомпонентная гидродинамическая модель плазмы. Тензор диэлектрической проницаемости. Продольные и поперечные волны.
4. Интенсивность излучения плазменных волн точечным диполем.
5. Влияние на интенсивность излучения нелинейных поправок.

Тема 1.3. Радиационные потери.

1. Радиационные потери релятивистской частицы.
2. Радиационные потери на излучение плазмонов.
3. Тормозное излучение. Эффекты Тер-Микаеляна и Ландау-Померанчука-Мигдала.
4. Излучение Вавилова-Черенкова.
5. Поляризационное излучение. Связь с излучением Вавилова-Черенкова.

Тема 1.4. Переходное излучение быстрых частиц.

1. Переходное излучение на границе двух сред.
2. Переходное излучение в периодических структурах.
3. Переходное излучение в случайно-неоднородной среде.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения по дисциплине «Излучение релятивистских частиц в астрофизике» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

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

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 обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Излучение релятивистских частиц в астрофизике» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний аспирантов организован как выступление на семинарах.

Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений.

6.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины «Излучение релятивистских частиц в астрофизике». Форма аттестации – зачет письменной или устной форме. Экзаменационный билет состоит из 2 теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена.

На зачете аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Излучение релятивистских частиц в астрофизике».

Контрольные вопросы к зачету:

«Излучение релятивистских частиц в астрофизике»

1. Излучение частицы, двигающейся по кругу. Формула Шотта.
2. Циклотронное и синхротронное излучение. Интенсивность, спектр, поляризация.
3. Особенности излучения ультрарелятивистских частиц. Изгибное излучение. Эффект Разина-Цытовича.
4. Уравнения Максвелла в среде с дисперсией. Энергия излучения в среде с пространственной и временной дисперсией.
5. Однокомпонентная гидродинамическая модель плазмы. Тензор диэлектрической проницаемости. Продольные и поперечные волны.
6. Однокомпонентная гидродинамическая модель плазмы. Интенсивность излучения плазменных волн точечным диполем.
7. Радиационные потери релятивистской частицы.
8. Радиационные потери быстрой частицы на излучение плазмонов.
9. Тормозное излучение.
10. Эффект Тер-Микаеляна.
11. Эффект Ландау-Померанчука-Мигдала.

12. Излучение Вавилова-Черенкова.
13. Поляризованное излучение.
14. Переходное излучение на границе двух сред.
15. Переходное излучение в периодических структурах.
16. Переходное излучение в случайно-неоднородной среде.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. И.Н. Топтыгин "Современная электродинамика" Часть 2 И.Н. Топтыгин – 2005. М.-Ижевск. изд. «РХД»
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц т.II "Теория поля" 7-е изд. Л.Д. Ландау – 1988. М. «Наука»
3. G.D. Fleishman, I.N. Toptygin "Cosmic electrodynamics" G.D. Fleishman – 2013. New York. Springer.

7.2. Дополнительная литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц т.VIII "Электродинамика сплошных сред" Л.Д. Ландау – 1982. М. «Наука»
2. В.А. Базылев, Н.К. Жеваго "Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях" В.А. Базылев – 1987. М. «Наука»
3. К.Ю. Платонов, Г.Д. Флейшман "Переходное излучение в случайно-неоднородных средах" УФН, т. 172, №3, сс. 241-300 (2002)

7.3. Интернет-ресурсы

Отечественные журналы:

1. Астрономический вестник (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7665; доступ с 2007 по текущий год)
2. Астрономический журнал (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7666; доступ с 2007 по текущий год)
3. Письма в астрономический журнал (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=79414 ; доступ с 2007 по текущий год)
4. Геомагнетизм и аэрономия (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7765; доступ с 2007 по текущий год)
5. Исследование Земли из космоса (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7842; доступ с 2007 по текущий год)
6. Космические исследования (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7859; доступ с 2007 по текущий год)
7. Вестник МГУ. Часть 3. Физика, астрономия (<http://vmu.phys.msu.ru/toc/list>; доступ с 1985 по 2014)
8. Проблемы передачи информации (http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=ppi&wshow=details&option_lang=rus; доступ с 1965 по 2012)
9. Земля и Вселенная (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7808; доступ с 1965 по 2012)

Отечественные журналы в переводе:

1. Astronomy Reports (<http://link.springer.com/journal/11444>; доступ с 2000 по текущий год,
2. Astronomy Letters (<http://www.springerlink.com/content/119837/>; доступ с 2000 по текущий год)
3. Bulletin of the Crimean Astrophysical Observatory (<http://link.springer.com/journal/11989>; доступ с 2007 по текущий год)
4. Cosmic Research (<http://link.springer.com/journal/10604>; доступ с 2000 по текущий год)
5. Earth and Space Science (<http://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/agu/journal/10.1002/%28ISSN%292333-5084/> ; доступ с 2014 по текущий год)
6. Geomagnetism and Aeronomy (<http://link.springer.com/journal/11478>; доступ с 2006 по текущий год)
7. Problems of Information Transmission (<http://link.springer.com/journal/11122>; доступ с 2001 по текущий год)
8. Solar System Research (<http://link.springer.com/journal/11208> ; доступ с 2000 по текущий год)
9. Radiophysics and Quantum Electronics (<http://www.springer.com/astronomy/journal/11141> ; доступ с 1965 по текущий год)

Международные журналы:

Gravitation and Cosmology (<http://link.springer.com/journal/12267>; доступ с 2008 по текущий год)

Иностранные журналы:

1. Astronomy and Astrophysics (<http://www.aanda.org/> ; частичный свободный доступ к отдельным номерам журнала с 2001 по текущий год)
2. Astronomy and Astrophysics Review (<http://link.springer.com/journal/159>; доступ с 1989 по текущий год)
3. Astronomy & Geophysics (<http://astrogeo.oxfordjournals.org/> ; доступ с 1997 по текущий год)
4. Astroparticle Physics (<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09276505/23/1> ; доступ с 2006 по текущий год)
5. Astrophysics (<http://link.springer.com/journal/10511> ; доступ с 1965 по текущий год)
6. Astrophysics and Space Science (<http://link.springer.com/journal/10509> ; доступ с 1968 по текущий год)
7. Classical and Quantum Gravity (<http://iopscience.iop.org/0264-9381/>; доступ с 1984 по текущий год)
8. Computational Astrophysics and Cosmology (<http://link.springer.com/journal/40668>; доступ с 2014 по текущий год)
9. Experimental Astronomy (<http://link.springer.com/journal/10686>; доступ с 1989 по текущий год)
10. Journal of Astrophysics and Astronomy (<http://link.springer.com/journal/12036>; доступ с 1980 по текущий год)
11. Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (<http://iopscience.iop.org/1475-7516/>; доступ

с 2003 по текущий год)

12. Microgravity Science and Technology (<http://link.springer.com/journal/12217>; доступ с 2001 по текущий год)
13. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (<http://mnras.oxfordjournals.org/> ; доступ с 1827 по текущий год); (<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291365-2966> ; доступ с 1998 по 2012);
14. Monthly Notices Letters of the Royal Astronomical Society (<http://mnrasl.oxfordjournals.org/> ; доступ с 2005 по текущий год)
15. Nature (<http://www.nature.com/nature/index.html> ; доступ с 1940 по текущий год)
16. Planetary Science (<http://link.springer.com/journal/13535>; доступ с 2012 по текущий год)
17. Research in Astronomy and Astrophysics (<http://iopscience.iop.org/1674-4527/>; доступ с 2001 по текущий год)
18. Space Science Reviews (<http://link.springer.com/journal/11214>; доступ с 1962 по текущий год)
19. Space Weather (<http://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/agu/journal/10.1002/%28ISSN%291542-7390/> ; доступ с 2003 по текущий год)
20. Solar Physics (<http://link.springer.com/journal/11207>; (доступ с 1967 по текущий год)
21. The Astronomical Journal (<http://iopscience.iop.org/1538-3881>; доступ с 1849 по текущий год)
22. The Astrophysical Journal (<http://iopscience.iop.org/0004-637X/> ; доступ с 1996 по текущий год)
23. The Astrophysical Journal Letters (<http://iopscience.iop.org/2041-8205/> ; доступ с 1995 по текущий год)
24. The Astrophysical Journal. Supplement series (<http://iopscience.iop.org/0067-0049/> ; доступ с 1996 по текущий год)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория
2. Мультимедийный проектор
3. Персональный компьютер
4. Компьютерный класс
5. Лаборатория, оборудованная установкой дифракции быстрых электронов на отражение.
6. Лаборатория, оборудованная аппаратурой для измерения теплопроводности и теплоемкости твердых тел.
7. Лаборатория, оборудованная аппаратурой для измерения магнитных свойств твердых тел.