

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Волны в околоземной плазме

по направлению подготовки

03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:
Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Д.Я. Суханов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен определять сферу внедрения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности;

ОПК-3 Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности..

ПК-1 Способен производить анализ состояния научно-технической проблемы, технического задания, формулировать цель и задачи научного исследования в области радиофизики и электроники.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Представляет и аргументированно защищает полученные результаты профессиональной деятельности

ИОПК 2.2 Оценивает прикладные результаты профессиональной деятельности, предлагает возможные области их применения и целесообразный режим правовой охраны в качестве интеллектуальной собственности

ИОПК 3.1 Осуществляет поиск научно-технической информации с использованием информационных технологий

ИОПК 3.2 Предлагает новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием информационных систем и технологий

ИПК 1.1 Формулирует проблему и определяет предметную область исследования

ИПК 1.2 Проводит поиск и анализ научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в выбранной области радиофизики и электроники

ИПК 1.3 Представляет информацию в систематизированном виде, формулирует цель исследования

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат математического моделирования для расчета параметров околоземной плазмы.

– Научиться применять понятийный аппарат при проведении численных расчетов для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль «Солнечно-земная физика».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Второй семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Общая алгебра», «Линейная алгебра», «Основы информатики».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 20 ч.

-практические занятия: 10 ч.

-семинар: 10 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Основные понятия и свойства околоземной плазмы

Частично ионизированные газы. Определение плазмы. Понятие квазиэлектронейтральности плазмы. Плазменные колебания. Временной и пространственный масштабы квазиэлектронейтральности. Радиусы Дебая. Образование околоземной плазмы. Структура и основные характеристики ионосферной плазмы. Стратификация атмосферы по составу и тепловому режиму. Частоты соударений в ионосферной плазме. Геомагнитное поле, модель диполя. Образование магнитосферы Земли. Структура и основные характеристики магнитосферы.

Тема 2. Методы математического описания околоземной плазмы

Классификация и общая характеристика методов математического описания околоземной плазмы. Микроскопический метод описания плазмы. Свободное движение заряженной частицы в магнитном поле. Движение заряженной частицы под действием постоянной силы в магнитном поле. Дрейфовое приближение. Виды дрейфа, электрический дрейф и его особенности. Движение заряженной частицы при наличии столкновений. Замагниченность плазмы. Кинетический метод описания плазмы. Функция распределения и кинетические уравнения. Схема получения системы уравнений магнитной гидродинамики из кинетических уравнений по методу Грэда. Анализ системы уравнений сохранения МГД (массы, импульса, энергии) для ионосферной плазмы. Закон Ома в плазме. Проводимость плазмы. Вмороженность магнитного поля в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы.

Тема 3. Электромагнитные и гидромагнитные волны в околоземной плазме

Уравнение Максвелла для плоских гармонических волн. Общие свойства плоских электромагнитных волн в плазме в присутствии постоянного магнитного поля. Показатель преломления плазмы. Распределение энергии волны в плазме. Объемная поляризация плазмы в поле волны. Уравнение движения электрона в поле волны. Электромагнитные, гидромагнитные и электрокинетические волны. Распространение волн в направлении магнитного поля. Случай подвижных лишь электронов. Характеристические волны. Дисперсионные кривые. Свистящие атмосферерики ($n > 1$). Распространение волн в направлении магнитного поля для общего случая подвижных электронов и ионов. Гидромагнитные волны. Магнитный звук. Перекрестные частоты. Распространение волн в направлении перпендикулярном магнитному полю. Случай подвижных только электронов. Обыкновенные и необыкновенные волны. Дисперсионные кривые. Общий случай подвижных электронов и ионов. Верхние и нижние гибридные частоты. Электроакустические волны. Электроакустическое волновое уравнение, его феноменологический вывод и анализ. Плазменные волны.

Тема 4. Взаимодействие волн и частиц

Затухание (усиление) волн Ландау. Циклотронное затухание (усиление) волн. Группы волн. Понятие волнового пакета. Угловые спектры волн. Сводная характеристика

электромагнитных и других волн в околоземной плазме. Построение свободной таблицы и ее анализ.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей и тест из 5 вопросов, один теоретический вопрос и 2 практических задачи. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Голант В.Е. Основы физики плазмы: учебное пособие: [для студентов, аспирантов, инженеров и научных работников, интересующихся физикой плазмы и ее приложениями] / В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. – Изд. 2-е, испр. И доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016. – 447, [1] с.: ил., табл.- (Учебники для вузов. Специальная литература)

– Колесник А.Г. Волны в околоземной плазме : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 010800 – Радиофизика и по специальности 010801 – Радиофизика и электроника] / А.Г. Колесник ; Том. Гос. Ун-т. – Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. – 219,[1] с.: ил.- (Инновационная образовательная программа)

– Колесник А.Г. Электромагнитная экология : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по направлению 010800 - Радиофизика и по специальности 010801 - Радиофизика и электроника] / А.Г. Колесник, С.А. Колесник, С.В. Побаченко ; Том. гос. ун-т. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2009. – 333 с.

б) дополнительная литература:

– Цытович В.Н. Нелинейные эффекты в плазме / В.Н. Цытович. – 2-е изд., испр. И доп. – Москва : Ленанад, 2014. – 286 с.

– Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы / Д.А. Франк-Каменецкий. – 3-е изд. – Долгопрудный : Интеллект, 2008. – 278 с.: ил.- (Физтехковский учебник)

– Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы : [учебное пособие для инженерно-физических и физико-технических вузов и факультетов] / Д.А. Франк-Каменецкий. – Москва: Атомиздат, 1964. – 282 с.

– А.Г. Колесник, И.А. Голиков, В.И. Чернышев. Математические модели ионосферы. – Томск: „РАСКО”, 1993. – 250 с.

- Дэвис К. Радиоволны в ионосфере / К. Дэвис ; пер. с англ. И.В. Ковалевского, А.П. Кропоткина ; под ред. А.А. Корчака. – М.: Мир, 1973. – 502 с.
- Ратклифф Д. Введение в физику ионосферы и магнитосферы / Дж. Ратклифф; ред. В. В. Рыбин. – М.: Мир, 1975. – 296 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Арцимович Л.А. Физика плазмы для физиков / Л.А. Арцимович, Р.З. Сагдеев. – М. : Атомиздат, 1979. – 316, [4] с. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000075571/000075571.pdf>
- Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы : [Учебное пособие для инженерно-физических и физико-технических вузов]. – 2-е изд. – М. : Атомиздат, 1968. – 282 с. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000087025/000087025.djvu>
- Грач С.М., Каменецкая Г.Х. Волны в плазме (вводный курс). Часть 1. // Учебное пособие. Н. Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета, 2002, 84 с. URL: http://www.unn.ru/books/met_files/grach.pdf
- Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме : [Монография]. – Москва: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1967, 684 с. URL: http://ikfia.ysn.ru/images/doc/plasma_Physics/Ginzburg1967ru.pdf
- Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ из сети НИ ТГУ). – URL: <http://e.lanbook.com/>
- Scopus: база данных цитирования издательства Elsevier (доступ из сети НИ ТГУ). – URL: <http://www.scopus.com/>
- Web of Science: база данных цитирования компании Clarivate Analytics (доступ из сети НИ ТГУ). – URL: <http://webofknowledge.com/WOS>
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Томская ионосферная станция.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Колесник Сергей Анатольевич, РФФ НИ ТГУ, кандидат физ. – мат. наук, доцент (лекции);

Пикалов Максим Вячеславович, РФФ НИ ТГУ, старший преподаватель. (практические занятия).