

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

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:

Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

М.Л. Громов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.3 Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.

ИПК 2.1 Понимает принцип действия и модели разрабатываемого радиоэлектронного прибора или устройства.

ИПК 2.2 Применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных радиофизических задач.

ИПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

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

Восьмой семестр, зачет

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: «Математический анализ», Физика», «Методы математической физики», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы и математическое моделирование», «Электродинамика», «Астрофизика», «Солнечно-земная физика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 42 ч.

-практические занятия: 24 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, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу 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

Зачет в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей и содержит один теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1 час.

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 семинарских / 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.- (Физтеховский 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 Web Apps (Word Excel);

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).