

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 17.06.2025 12:11:00 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8522525	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Теория переноса излучения" по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 "Физика" направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	---	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Теория переноса излучения

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Теория переноса излучения» состоит в изучении математических моделей и численных методов для моделирования переноса излучения в мутных средах.

Основные задачи дисциплины:

- Изучение математических моделей теории переноса излучения.
- Изучение численных методов теории переноса излучения.
- Ознакомление с некоторыми задачами теории переноса и их решением.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований.

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.07.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Термодинамика

Математический анализ

Дифференциальные уравнения

Теоретическая механика

Механика сплошных сред

Методы математической физики

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок

Знать:

Для достижения ПК-1.1: основные понятия теории переноса излучения, основное уравнение, численные методы для решения этого уравнения

Уметь:

Для достижения ПК-1.2: разрабатывать различные численные схемы для решения уравнения теории переноса излучения для конкретных физических задач

Владеть:

Для достижения ПК-1.3: навыком компьютерного моделирования для расчета характеристик полей излучения различными численными методами

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:

3.1.1 основные понятия теории переноса излучения, основное уравнение, численные методы для решения этого уравнения

3.2 Уметь:



3.2.1 разрабатывать различные численные схемы для решения уравнения теории переноса излучения для конкретных физических задач

3.3 Владеть:

3.3.1 навыком компьютерного моделирования для расчета характеристик полей излучения различными численными методами

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 30 самостоятельная работа : 7,8 часов на контроль : 27 контактная работа: 37,2 ИКР: 7,2	Виды контроля в семестрах: экзамены 8

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Основные понятия теории переноса излучения			
1.1	Историческое введение. Предмет и задачи теории переноса. Основные понятия традиционной теории переноса: характеристики распределения частиц; характеристики источника частиц; характеристики взаимодействия частиц с веществом; характеристики детекторов. /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Историческое введение. Предмет и задачи теории переноса. Основные понятия традиционной теории переноса: характеристики распределения частиц; характеристики источника частиц; характеристики взаимодействия частиц с веществом; характеристики детекторов. /Ср/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. Уравнение линейной теории переноса			
2.1	Марковские случайные процессы. Уравнения Колмогорова, основные уравнения марковского процесса. Постулаты линейной теории переноса. Уравнение переноса для фазовой плотности и плотности потока частиц. Сопряжённое уравнение переноса. Интегральные уравнения переноса: уравнения для плотности потока, уравнение для функции ценности. Сокращённые и приближённые уравнения переноса: односкоростное уравнение, диффузионное приближение. /Лек/	8	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Марковские случайные процессы. Уравнения Колмогорова, основные уравнения марковского процесса. Постулаты линейной теории переноса. Уравнение переноса для фазовой плотности и плотности потока частиц. Сопряжённое уравнение переноса. Интегральные уравнения переноса: уравнения для плотности потока, уравнение для функции ценности. Сокращённые и приближённые уравнения переноса: односкоростное уравнение, диффузионное приближение. /Пр/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Уравнения Колмогорова, основные уравнения марковского процесса. Уравнение переноса для фазовой плотности и плотности потока частиц. Сопряжённое уравнение переноса. Интегральные уравнения переноса. Односкоростное уравнение, диффузионное приближение. /Ср/	8	2,8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 3. Численные методы решения уравнения переноса. Метод Монте-Карло для решения задач переноса			



3.1	Метод Монте-Карло. Аналоговое моделирование. Решение линейных интегральных уравнений: достаточные условия существования и единственности решения линейного интегрального уравнения II рода, ряд Неймана, основная оценка линейного функционала от решения линейного интегрального уравнения II рода, приложение к задачам переноса, существенная выборка. Дисперсия оценок. Особенности решения задач переноса нейтронов, фотонов, электронов. /Лек/	8	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Метод Монте-Карло. Аналоговое моделирование. Решение линейных интегральных уравнений. Дисперсия оценок. Решение задач теории переноса электромагнитного излучения оптического диапазона. /Пр/	8	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Метод Монте-Карло. Аналоговое моделирование. Решение линейных интегральных уравнений. Дисперсия оценок. Решение задач теории переноса электромагнитного излучения оптического диапазона. /Ср/	8	3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 4. Иная контактная работа				
4.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	7,2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по задачам (по практическим занятиям)
Контрольная работа
Вопросы к экзамену

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Задачи к практическим занятиям представлены в Фонде оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине "Теория переноса излучения"

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия традиционной теории переноса.
2. Определение случайного процесса.
3. Цепи Маркова.
4. Марковские процессы с непрерывным временем.
5. Уравнения Колмогорова.
6. Основные уравнения марковского процесса.
7. Постулаты линейной теории переноса.
8. Уравнение переноса для фазовой плотности и плотности потока частиц.
9. Сопряжённое уравнение переноса.
10. Стационарная формулировка теории переноса.
11. Интегральные уравнения переноса.
12. Односкоростное уравнение.
13. Приближение непрерывного замедления.
14. Диффузионное приближение.
15. Метод групп.
16. Метод сферических гармоник.
17. Метод дискретных ординат.
18. Особенности применения методов для излучений различного типа.
19. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.
20. Аналоговое моделирование. Решение линейных интегральных уравнений.
21. Достаточные условия существования и единственности решения линейного интегрального уравнения II рода. Ряд Неймана.
22. Основная оценка линейного функционала от решения линейного интегрального уравнения II рода.
23. Приложение к задачам переноса. Существенная выборка.
24. Дисперсия оценок.
25. Особенности решения задач переноса нейтронов, фотонов, электронов.



6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на экзамене и практических занятиях. Успеваемость студентов оценивается в балльной системе. Расчет баллов осуществляется следующим образом:

1. Посещение занятий. Максимальное количество баллов за семестр: 16 баллов.
2. Отчет по практическим занятиям. Максимальное количество баллов за семестр: 30 баллов.
3. Контрольная работа: 10 баллов.

Контроль знаний на экзамене проводится в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 теоретических вопроса билета и выполнение одного практического задания. Если в течение семестра студент набирает более 40 баллов, он освобождается от практического задания в билете. Если студент в течение семестра набирает менее 30 баллов, на экзамене он получает дополнительный вопрос к билету на усмотрение преподавателя. Максимальный балл за ответы по билету – 50 баллов.

Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации.

На экзамене студент получает оценку «удовлетворительно», если студент твердо знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач.

Оценка «хорошо» – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при расчетах.

Оценка «отлично» – студент должен продемонстрировать отличное знание материала, как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения; студент правильно обосновывает принятые решения.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Соболь И. М.	Метод Монте-Карло: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117085)	Москва : Наука, 1968	ЭБС
Л1.2	Ермаков С. М.	Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс: учебное пособие для вузов (https://e.lanbook.com/book/380687)	Санкт- Петербург : Лань, 2024	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Мешечкин В. В., Косенкова М. В.	Имитационное моделирование: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371)	Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012	ЭБС
Л2.2	Хьюлст Г. в., Соболев В. В.	Рассеяние света малыми частицами: научная литература (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481327)	Москва : Издательство иностранной литературы, 1961	ЭБС
Л2.3	Кольчужкин А. М., Учайкин В. В.	Введение в теорию прохождения частиц через вещество: научная литература (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483362)	Москва : Атомиздат, 1978	ЭБС
Л2.4	Соболевский Н. М.	Метод Монте-Карло в задачах о взаимодействии частиц с веществом: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485499)	Москва : Физматлит, 2017	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.5	Чандрасекар С.	Перенос лучистой энергии: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495503)	Москва : Издательство иностранной литературы, 1953	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/			
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: http://biblioclub.ru/			
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: https://biblio-online.ru			
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: http://znanium.com/			
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp			

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL: <http://library.csu.ru/ru/> - Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медиацентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Теория переноса излучения» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются



информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.

Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводится контрольная работа и защиты задач по каждой теме практических занятий. Защита задач по теме подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.



Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

