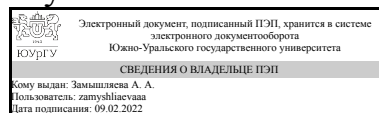


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



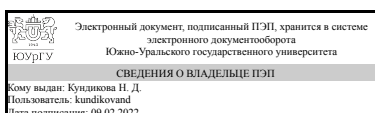
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.06.02 Физическая кинетика
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Оптоинформатика

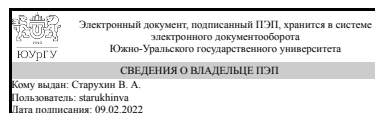
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,
старший преподаватель



В. А. Старухин

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение основных, фундаментальных положений специального курса физики «Физическая кинетика»; подготовка специалиста, способного на профессиональном уровне работать с современными научными статьями и монографиями; создание прочной базы знаний, которая позволит выпускнику решать сложные задачи практики, привлекая последние достижения научных исследований в области процессов переноса в неравновесных средах (диффузия, тепломассообмен, неравновесные процессы в плазме и т.д.).

Краткое содержание дисциплины

Изложение дисциплины дается в четырех частях: 1. введение в физическую кинетику 2. случайные блуждания и броуновское движение, уравнения Фоккера-Планка и Ланжевена 3. основное кинетическое уравнение и кинетическое уравнение Больцмана 4. вывод уравнений гидродинамики

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Знать: основные представления и математические модели физической кинетики; область применимости различных кинетических уравнений и их ограничения; основные методы теории вероятности и теории случайных функций
	Уметь: применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей неравновесных процессов
	Владеть: основными методами физической кинетики, основанными на использовании уравнений Больцмана, Ланжевена, Фоккера-Планка
ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Знать: основные представления и методы физической кинетики, область применения различных кинетических уравнений и их ограничения
	Уметь: применять кинетические уравнения для расчета физических характеристик материалов
	Владеть: основными методами физической кинетики, основанными на использовании уравнений Больцмана, Ланжевена, Фоккера-Планка

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.15 Математический анализ, В.1.06 Квантовая механика,	Б.1.24 Физика лазеров, В.1.14 Жидкие кристаллы,

Б.1.20 Основы теории вероятности и стохастических процессов	ДВ.1.05.02 Электродинамика сплошных сред, В.1.03 Физика сплошных сред
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.06 Квантовая механика	Решение уравнения Шредингера для свободной частицы, частицы в яме с бесконечными стенками, туннельный эффект. Квантование энергии осциллятора и ротатора. Понятие спина. Фермионы и бозоны
Б.1.15 Математический анализ	Уметь интегрировать и дифференцировать сложные функции
Б.1.20 Основы теории вероятности и стохастических процессов	Знать понятие вероятности и плотности вероятности для дискретных и непрерывных случайных величин. Уметь вычислять математическое ожидание и дисперсию случайной величины

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к практическим занятиям	20	20	
Подготовка к зачету	18	18	
Подготовка к контрольным работам	22	22	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в физическую кинетику	4	2	2	0
2	Случайные блуждания и броуновское движение, уравнения Фоккера-Планка и Ланжевена	26	8	18	0
3	Основное кинетическое уравнение и кинетическое	12	4	8	0

	уравнение Больцмана				
4	Вывод уравнений гидродинамики	6	2	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений. Статистическая механика и необратимые процессы	2
2	2	Одномерные случайные блуждания, связь с биномиальным, пуассоновским и гауссовским распределениями	2
3	2	Случайные процессы, их основные характеристики, типы. Теорема Винера-Хинчина	2
4	2	Одномерное случайное блуждание: переход к уравнению Фоккера-Планка и получение граничных условий для него. Марковские процессы. Уравнение Смолуховского, вывод одномерного уравнения Фоккера-Планка	2
5	2	Броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Соотношения Эйнштейна. Перехода от уравнения Ланжевена к кинетическому уравнению для функции распределения	2
6	3	Основное кинетическое уравнение. Примеры использования	2
7	3	Вывод уравнения Больцмана из основного кинетического уравнения. Н-теорема Больцмана. Приближение времени релаксации	2
8	4	Вывод уравнений гидродинамики из уравнения Больцмана, их физическое содержание	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул в газах. Коэффициенты переноса. Законы Фика, Ньютона, Фурье	2
2	2	Случайные блуждания как модельная задача теории случайных процессов. Случайные блуждания и основные функции распределения в теории случайных процессов	2
3	2	Случайные блуждания с отражающими и поглощающими границами	2
4	2	Контрольная работа №1	2
5	2	Теорема Винера-Хинчина. Формула Найквиста.	2
6	2	Сведение случайных блужданий к уравнению Фоккера-Планка. Граничные условия для уравнения Фоккера-Планка	2
7	2	Применение уравнения Фоккера-Планка для описания кинетических задач	2
8	2	Контрольная работа №2	2
9	2	Соотношения Эйнштейна в теории диффузии	2
10	2	Применение уравнения Ланжевена к кинетическим процессам	2
11	3	Основное кинетическое уравнение. Примеры использования основного кинетического уравнения для неравновесных физических задач	2
12	3	Контрольная работа №3	2
13	3	Использование приближения времени релаксации для расчета термоэлектрических кинетических коэффициентов	2
14	3	Точное решение уравнения Больцмана: Лоренцовский газ	2

15	4	Вывод уравнений гидродинамики из уравнения Больцмана. Тест на знание теоретического содержания дисциплины на второй половине занятия	2
16	4	Уравнения гидродинамики, их физическое содержание и применение	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная печатная литература [1], дополнительная печатная литература [1-3], учебно-методические материалы в электронном виде [1-6]	18
Подготовка к контрольным работам	Основная печатная литература [1], Учебно-методические материалы в электронном виде [1-3, 6]	22
Подготовка к практическим занятиям	Основная печатная литература [1], Учебно-методические материалы в электронном виде [1-3, 6]	20

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Лекция-консультация	Лекции	Четыре лекционных занятия проводятся в формате лекции-консультации. Преподаватель заранее предупреждает студентов о предстоящей лекции-консультации и просит изучить тему данного занятия самостоятельно. В ходе самостоятельного изучения студенты должны подготовить конспект лекции и вопросы по изученному материалу. Лекционное занятие преподаватель начинает с введения по теме занятия, после чего переходит к ответам на вопросы студентов. Возможность ответить на каждый поставленный вопрос в первую очередь предоставляется самим студентам, в этом случае преподаватель лишь корректирует ответы студентов и дополняет их при необходимости.	8

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Контрольная работа	См. файл "пример-контрольной-работы.pdf"
Все разделы	ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Тест	См. файл "пример-тестового-задания.pdf"
Все разделы	ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности	Зачет	См. файл "список-вопросов-по-курсу-физической-кинетики.pdf"
Все разделы	ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Зачет	См. файл "список-вопросов-по-курсу-физической-кинетики.pdf"

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Контрольная работа	<p>В течение семестра на практических занятиях проводится три письменных контрольных работы, каждая из которых состоит из 3 текстовых задач. Процедура оценивания: оценка решений задач в контрольных работах выполняется по балльно-рейтинговой системе (приказ ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания каждой отдельной задачи: если решение задачи полное и нет существенных замечаний по приведенному решению (приведены все необходимые уравнения и законы, приведены все ключевые этапы решения, нет грубых вычислительных ошибок, приведен рисунок, даны пояснения ко всем формулам, обозначениям, рисунку и т.п.; допускаются незначительные неточности), ставится 3 балла; если есть одно существенное замечание (приведены не все необходимые уравнения и законы или есть грубые ошибки в приведенных выражениях, приведены не все этапы решения, неполный рисунок или рисунка нет, дано неполное пояснение формул, обозначений, рисунка и т.п.) – 2 балла; к решению есть два существенных замечания – 1 балл; к решению есть более двух существенных замечания или решения задачи нет, или решение в корне неверно – 0 баллов. Максимальное количество баллов за контрольную работу – 9 баллов. Весовой коэффициент за контрольно-рейтинговое мероприятие – 1.0.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
Тест	В течение семестра на одном из практических занятий проводится тест на знание теоретической части курса.	Зачтено: Рейтинг обучающегося за

	Процедура оценивания: оценка тестового задания выполняется по балльно-рейтинговой системе (приказ ректора от 24.05.2019 г. № 179). Тест содержит 8 вопросов, критерии оценивания каждого отдельного вопроса: если на вопрос дан правильный вариант ответа, ставится 1 балл; если ответ неверный – 0 баллов. Максимальное количество баллов за тестовое задание – 8 баллов. Весовой коэффициент за контрольно-рейтинговое мероприятие – 1.0.	мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Зачет	Студенты случайным образом выбирают билет, содержащий один теоретический вопрос и одну задачу. Время на подготовку письменного ответа – 60 минут. Процедура оценивания: оценка ответов на билет выполняется по балльно-рейтинговой системе (приказ ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания ответов на теоретические вопросы: дан полный корректный ответ на вопрос (допускается незначительная неточность) - 3 балла; ответ имеет одно существенное замечание (неполная формулировка закона/определения, ошибка в формуле/в выводе формулы и т.п.) - 2 балла; ответ имеет два существенных замечания - 1 балл; на вопрос не было дано ответа или ответ в корне неверен или ответ имеет более двух существенных замечаний - 0 баллов. Критерии оценивания решений задач: приведенное решение верно (без замечаний или с незначительными замечаниями) - 3 балла; приведенное решение имеет одно существенное замечание (ошибка при вычислениях, некорректный рисунок, пропущен важный этап решения и т.п.) - 2 балла; приведенное решение имеет два существенных замечания - 1 балл; приведенное решение имеет более двух существенных замечаний или решение в корне неверно или решения нет - 0 баллов. Максимальное количество баллов на зачете - 6 баллов. Итоговая оценка по дисциплине выставляется по суммарному рейтингу студента (см. приказ ректора от 24.05.2019 г. № 179), который рассчитывается на основе результатов текущего контроля (в данном случае три контрольные работы и тест) и промежуточной аттестации (зачет)	Зачтено: Рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 % Не зачтено: Рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Контрольная работа	См. файл "пример-контрольной-работы.pdf" пример-контрольной-работы.pdf
Тест	См. файл "пример-тестового-задания.pdf" пример-тестового-задания.pdf
Зачет	Теоретические вопросы см. в файле "список-вопросов-по-курсу-физической-кинетики.pdf". Задачи для зачета подбираются подобные тем, что используются на контрольных работах (см. файл "пример-контрольной-работы.pdf") список-вопросов-по-курсу-физической-кинетики.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика Учеб. пособие для физ. спец. вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1977. - 552 с. граф.

б) дополнительная литература:

1. Василевский, А. С. Термодинамика и статистическая физика [Текст] учеб. пособие для вузов по специальностям в обл. физики и естеств.-науч. образования А. С. Василевский. - 2-е изд., перераб. - М.: Дрофа, 2006. - 240 с. ил.

2. Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика [Текст] Т. 3 Теория неравновесных систем учебное пособие для вузов по специальности 010400 - Физика : в 3 т. И. А. Квасников. - Изд. 2-е, сущ. перераб. и доп. - М.: УРСС, 2003. - 447 с.

3. Леонтович, М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика [Текст] учеб. пособие М. А. Леонтович. - 2-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 416 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Успехи физических наук науч. журн. Рос. акад. наук журнал. - М., 1918-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Мирзоев А.А. Физическая кинетика: учебно-методическое пособие для студентов специальности "Прикладная математика и физика"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Мирзоев А.А. Физическая кинетика: учебно-методическое пособие для студентов специальности "Прикладная математика и физика"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Физическая кинетика. Том X : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 2-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 536 с. — ISBN 5-9221-0125-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2692 (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ханефт, А. В. Основы физической кинетики : учебное пособие / А. В. Ханефт. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 148 с. — ISBN 978-5-8353-2670-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162602 (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная	Электронно-	Основы теоретической физики. Элементы физической

	литература	библиотечная система издательства Лань	кинетики : учебно-методическое пособие / составитель А. И. Андреев. — Йошкар-Ола : МарГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-907066-16-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158312 (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ландау, Л. Д. Курс теоретической физики. Статистическая физика : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 616 с. — ISBN 978-5-9221-0054-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2230 (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 4-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 9 : Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния — 2004. — 496 с. — ISBN 5-9221-0296-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2235 (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кузнецов, С. И. Элементы физической кинетики. Курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / С. И. Кузнецов, В. В. Каплин, С. Р. Углов. — Томск : ТПУ, 2011. — 77 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/10275 (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические	407	Документ-камера, проектор, доска и мел

занятия и семинары	(16)	
Лекции	407 (16)	Документ-камера и проектор