

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2023 15:15:49

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Статистическая физика

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Теленков Максим Павлович

Рабочая программа

Статистическая физика

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения Д.ф.-м.н., профессор Мухин Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	обучить основам статистической физики, представляющим необходимый базис для формирования специалиста в области современной физики конденсированного состояния, развить умения и навыки, необходимые для инновационной деятельности
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Анализ данных
2.1.2	Высшая математика. Спецглавы.
2.1.3	Квантовая механика
2.1.4	Методы исследования материалов
2.1.5	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.6	Фазовые равновесия и структурообразование
2.1.7	Физика поверхности
2.1.8	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.1.9	Линейная алгебра
2.1.10	Методы контроля и анализа веществ
2.1.11	Теория поверхностных явлений
2.1.12	Теория функций комплексных переменных
2.1.13	Техника физико-химического эксперимента
2.1.14	Электродинамика
2.1.15	Кристаллография
2.1.16	Математическая статистика и анализ данных
2.1.17	Методы математической физики
2.1.18	Теоретическая механика и основы теории упругости.
2.1.19	Физика
2.1.20	Электротехника
2.1.21	Математика
2.1.22	Органическая химия
2.1.23	Информатика
2.1.24	Химия
2.1.25	Инженерная и компьютерная графика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Квантовые вычисления
2.2.2	Методы вычислительной физики
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.7	Статистические расчеты равновесий
2.2.8	Теоретическая нанофотоника
2.2.9	Термодинамика неравновесных процессов
2.2.10	Термодинамика сложных систем
2.2.11	Физика низкоразмерных систем
2.2.12	Фотоника

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-34 Основные положения теории переноса Больцмана;
ОПК-1-35 Основные понятия и базовые положения теории флуктуаций;
ОПК-1-36 Основные понятия и базовые положения теории фазовых переходов
ОПК-1-31 Базовые идеи и принципы статистического описания классических и квантовых систем;
ОПК-1-32 Распределения Гиббса для классических и квантовых систем;
ОПК-1-33 Квантовые статистики идеальных газов тождественных частиц;
Уметь:
ОПК-1-У4 Проводить математические расчеты, необходимые для решения задач
ОПК-1-У5 Выбирать адекватные методы решения задач
ПК-4: Способен решать задачи физики используя современные методы исследования и математические методы решения задач
Уметь:
ПК-4-У1 Проводить физический анализ полученных решений, оценить их адекватность
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования
Уметь:
ОПК-1-У1 Вычислять макроскопические характеристики равновесных и квазиравновесных классических и квантовых систем;
ОПК-1-У2 Вычислять флуктуации макроскопических характеристик классических и квантовых систем;
ОПК-1-У3 Поставить задачу при описании явлений переноса в рамках теории Больцмана
ПК-4: Способен решать задачи физики используя современные методы исследования и математические методы решения задач
Владеть:
ПК-4-В1 навыками применения методов статистической физики к решению задач физики конденсированного состояния вещества
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками статистического описания классических и квантовых макроскопических систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Статистическая теория классических равновесных систем и квазистатистических процессов							

1.1	Проблемы описания макроскопических систем методами механики. Макроскопические характеристики. Состояние термодинамического равновесия. Основная идея статистической теории. Функция статистического распределения. Статистическое усреднение. Макроскопическое состояние /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-У2 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ПК-4-У1 ОПК-1-В1	Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
1.2	Зависимость функции распределения от макроскопического состояния окружающей среды. Внешние и внутренние термодинамические параметры. Концепция теплообмена. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2			
1.3	Распределения Гиббса. Метод статистического интеграла /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
1.4	Классический идеальный газ. Распределение Максвелла-Больцмана. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
1.5	Распределение концентрации частиц идеального газа в потенциальном поле. Барометрическая формула /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			

1.6	Распределение Максвелла. Вычисление равновесных кинетических характеристик частиц идеального газа /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
1.7	Вычисление потоков частиц идеального газа в квазиравновесном состоянии. Расчет потока частиц через малое отверстие в сосуде. Вычисление тока термоэлектронной эмиссии. /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
1.8	Примеры описания макроскопических систем с помощью метода статистического интеграла: энтропия, внутренняя энергия и уравнение состояния идеального газа; поляризация идеального газа диполей; намагниченность газа взаимодействующих магнитных диполей в приближении среднего поля; теплоемкость кристаллической решетки /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
1.9	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			
	Раздел 2. Квантовая статистическая теория равновесных систем и квазистатистических процессов							

2.1	Постулат фон Неймана. Чистые и смешанные состояния. Статистический оператор. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2			
2.2	Распределения Гиббса. Метод статистической суммы. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
2.3	Примеры описания макроскопических систем с помощью метода статистической суммы: теплоемкость кристаллической решетки; равновесное тепловое излучение. /Пр/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
2.4	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			
	Раздел 3. Равновесные свойства идеальных газов тождественных частиц							
3.1	Идеальные газы тождественных частиц. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			

3.2	Плотность одночастичных стационарных состояний. Вычисление термодинамических характеристик идеальных газов с использованием плотности одночастичных стационарных состояний /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
3.3	Идеальный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна. /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
3.4	Фотонный газ. Фононный газ /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
3.5	Контрольная работа по разделам 1-3 /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
3.6	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			
	Раздел 4. Равновесные свойства электронного газа в металле							

4.1	Адиабатическое приближение. Приближение самосогласованного поля Хартри-Фока. Теорема Блоха. Эффективная масса. Электронный газ при абсолютном нуле температуры. /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
4.2	Вырожденный электронный газ. Теплоемкость и уравнение состояния электронной подсистемы металла /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
4.3	Магнитные свойства электронной подсистемы металла. Парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.4Л2.2Л3.3 Э1 Э2			
4.4	Ток термоэлектронной эмиссии. Формула Ричардсона и Дешмана /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
4.5	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			

	Раздел 5. Равновесная статистика носителей заряда в полупроводниках							
5.1	Уровень Ферми и равновесная концентрация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках /Пр/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.5Л2.2Л3. 3 Э1 Э2			
5.2	Теплоемкость электронно-дырочной системы полупроводников /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.5Л2.2Л3. 3 Э1 Э2			
5.3	Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау носителей заряда в полупроводниках. /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.5Л2.2Л3. 3 Э1 Э2			
	Раздел 6. Кинетическая теория переноса Больцмана							
6.1	Кинетические явления. Функция распределения. Уравнение Больцмана. Принцип детального равновесия. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.3 Л1.5Л2.2 Э1 Э2			
6.2	Малые отклонения от равновесия. Приближение времени релаксации. Диффузионно-дрейфовое приближение. Соотношения Эйнштейна. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.3 Л1.5Л2.2 Э1 Э2			

6.3	Кинетическое уравнение Больцмана в металле в случае малых отклонений от равновесия. Расчет статической электропроводности металла /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.3 Л1.5Л2.2Л3. 3 Э1 Э2				
6.4	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.3 Л1.5Л2.2Л3. 2 Л3.3 Э1 Э2				
Раздел 7. Флуктуации									
7.1	Понятие флуктуации. Флуктуации энергии системы в термостате. Полутермодинамическая теория флуктуаций. Критерий устойчивости системы по отношению к флуктуациям. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2				
7.2	Флуктуации термодинамических параметров в однородной системе. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2				
7.3	Рассеяние света флуктуациями плотности. Формула Рэлея. /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2				

7.4	Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского. /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2			
7.5	Закрепление материала аудиторных занятий. Чтение основной и дополнительной литературы /Ср/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2			
7.6	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			
	Раздел 8. Фазовые переходы							
8.1	Термодинамические потенциалы при необратимых процессах. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Л2.3 Э1 Э2			
8.2	Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Э1 Э2			

8.3	Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Теория Ландау фазовых переходов. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ПК-4-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-У5 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3	Л1.4Л2.1 Э1 Э2			
8.4	Переход из ферромагнитного в парамагнитное состояние /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2			
8.5	Контрольная работа по разделам 4-8 /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2			
8.6	Решение задач домашнего задания /Ср/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35 ОПК-1-36 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-У5 ОПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену:

- 1) Статистическое описание с позиции классической механики. Функция статистического распределения. Статистические средние. Макроскопическое состояние (ПК-1.1-31)
- 2) Внешние и внутренние термодинамические параметры. Температура. Химический потенциал (ПК-1.1-31).
- 3) Распределение Гиббса для классической адиабатически изолированной системы (ПК-1.1-32)
- 4) Распределение Гиббса для классической системы с постоянным числом частиц (ПК-1.1-32)
- 5) Распределение Гиббса для классической системы с переменным числом частиц (ПК-1.1-32)
- 6) Распределение Максвелла-Больцмана (ПК-1.1-32)
- 7) Метод статистического интеграла (ПК-1.1-32)
- 8) Статистическое описание с позиций квантовой механики. Вероятность микросостояния (ПК-1.1-31).
- 9) Распределение Гиббса для квантовой адиабатически изолированной системы (ПК-1.1-32)
- 10) Статистический вес и энтропия (ПК-1.1-31)
- 11) Распределение Гиббса для квантовой системы с постоянным числом частиц (ПК-1.1-32)
- 12) Распределение Гиббса для квантовой системы с переменным числом частиц (ПК-1.1-32)
- 13) Метод статистической суммы (ПК-1.1-32)
- 14) Распределение Бозе-Эйнштейна (ПК-1.1-33)
- 15) Термодинамический потенциал Гиббса для идеального бозе-газа. Внутренняя энергия и уравнение состояния идеального бозе-газа (ПК-1.1-33)
- 16) Термодинамические свойства фотонного газа (ПК-1.1-33)
- 17) Распределение Ферми-Дирака (ПК-1.1-33)
- 18) Термодинамический потенциал Гиббса для идеального ферми-газа. Внутренняя энергия и уравнение состояния идеального ферми-газа (ПК-1.1-33)
- 19) Плотность одночастичных стационарных состояний. Вычисление термодинамических величин для идеальных газов тождественных частиц с помощью плотности одночастичных стационарных состояний (ПК-1.1-33)
- 20) Кинетическое уравнение Больцмана (ПК-1.1-34)
- 21) Принцип детального равновесия. Релаксация (ПК-1.1-34)
- 22) Локально-линейное приближение. Приближение времени релаксации (ПК-1.1-34)
- 23) Диффузионно-дрейфовое приближение (ПК-1.1-34)
- 24) Понятие флуктуации. Флуктуации энергии системы в термостате (ПК-1.1-35)
- 25) Полутермодинамическая теория флуктуаций (ПК-1.1-35)
- 26) Критерий устойчивости системы по отношению к флуктуациям (ПК-1.1-35)
- 27) Флуктуации термодинамических параметров в однородной системе (ПК-1.1-35)
- 28) Термодинамические потенциалы при необратимых процессах. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов (ПК-1.1-36)
- 29) Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса (ПК-1.1-36)
- 30) Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста (ПК-1.1-36)
- 31) Теория Ландау фазовых переходов (ПК-1.1-36)

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

По курсу предусмотрены две контрольные работы:

- 1) Контрольная работа по разделам 1-3 (ПК-1.1-31, ПК-1.1-32, ПК-1.1-33, ОПК-3.1-У1, ОПК-3.1-У2, ОПК-2.1-У1, ОПК-2.1-У2)
- 2) Контрольная работа по разделам 4-8 (ПК-1.1-34, ПК-1.1-35, ПК-1.1-36, ОПК-3.1-У1, ОПК-3.1-У2, ОПК-3.1-У3, ОПК-2.1-У1, ОПК-2.1-У2)

Примеры вариантов контрольных работ приведены в приложении 1

В курсе предусмотрено домашнее задание, заключающееся в самостоятельном решении задач и направленное на приобретение практических навыков применения статистической физики для описания макроскопических систем, в том числе и конденсированных сред (ОПК-3.1-В1, ПК-1.1-У1, ОПК-2.1-В1, ОПК-2.1-У1, ОПК-2.1-У2, ОПК-2.1-У3, ОПК-3.1-У1, ОПК-3.1-У2, ОПК-3.1-У3)

Примеры задач домашнего задания приведены в приложении 2.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов. Экзаменационные билеты хранятся на кафедре. Пример экзаменационного билета в Приложении

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Для успешного завершения обучения студент должен успешно написать две контрольные, сдать домашнее задание и экзамен.

Шкала оценок за ответ на экзамене

Оценка "Отлично". Студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного материала, знает рекомендованную литературу.

Оценка "Хорошо". Студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка "Удовлетворительно". Студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка "Неудовлетворительно". Студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Контрольная работа оценивается по системе "зачет/незачет". Контрольная работа зачитывается, если все задачи решены правильно, предоставлены полные и аргументированные их решения. В случае, если хотя бы одна контрольная работа не зачитывается, студент автоматически получает итоговую оценку "Неудовлетворительно".

Домашнее задание оценивается по системе "зачет/незачет". Домашнее задание зачитывается, если студент правильно решил все входящие в него задачи в полном объеме и предоставил в письменном виде их развернутые аргументированные решения, содержащие необходимый физический анализ полученных результатов. В случае, если домашнее задание не зачитывается, студент автоматически получает итоговую оценку "Неудовлетворительно".

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Жирифалько Л.	Статистическая физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1975
Л1.2	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И., Муковский Я. М., Векилов Ю. Х.	Курс теоретической физики в задачах и упражнениях: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Физика металлов' и 'Металловедение и терм. обраб. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.3	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П.	Т. 10: Физическая кинетика	Библиотека МИСиС	, 1979
Л1.4	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.5: Статистическая физика	Библиотека МИСиС	, 1964
Л1.5	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1990

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Френкель Я. И.	Статистическая физика	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Издательство Академии Наук СССР, 1948
Л2.2	Серова Ф. Г., Янкина А. А.	Сборник задач по теоретической физике: квантовая механика, статистическая физика	Электронная библиотека	Москва: Просвещение, 1979

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Левич В. Г.	Т. 1: Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе	Библиотека МИСиС	, 1969
Л2.4	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И.	Статистическая физика: учеб. пособие для студ. спец. 0709	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кучеренко М. А.	Стратегии смыслового чтения учебного текста по физике: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л3.2	Уздин В. М.	Математическое моделирование: метод анализа размерности: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019
Л3.3	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М.	Квантовая и статистическая физика: Учеб. пособие для семинар. и практ. занятий для студентов спец. 0406,0604,0629	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Платформа LMS Canvas для студентов НИТУ "МИСиС". Курс "Статистическая физика"	https://lms.misis.ru/courses/8446
Э2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	— аналитическая база Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.5	— аналитическая база Scopus https://www.scopus.com/
И.6	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.7	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
----------------------	--	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание дисциплины является сильно взаимосвязанным. Поэтому ее изучение должно носить систематический, регулярный характер: необходимо посещение всех аудиторных занятий и своевременное выполнение запланированной самостоятельной работы в полном объеме.

Рекомендуется вести конспекты лекций и практических занятий. Перед каждым аудиторным занятием следует самостоятельно проработать предшествующий материал, используя конспекты, литературу и электронные ресурсы. Достаточным результатом проработки является умение изложить материал, не прибегая к источникам информации.

Следует немедленно обращаться к преподавателю при возникновении непонимания рассматриваемых вопросов, в том числе и в том случае, если обнаруживаются пробелы в знании предшествующих курсов или школьной программы.

Принципиально важное значение для успешного освоения дисциплины имеет своевременное выполнение домашнего задания, которое заключается в самостоятельном решении практических задач и направлено на выработку как общих навыков теоретического описания, так и навыков применения статистической физики для описания поведения макроскопических систем, необходимых для дальнейшего обучения по профилю подготовки и будущей профессиональной деятельности. Домашнее задание охватывает все разделы курса, и его следует выполнять в течение всего семестра, по мере изучения соответствующего материала. В случае возникновения трудностей при решении задач необходимо немедленно обратиться к преподавателю. Решение задачи должно обязательно содержать развернутое аргументированное объяснение выбора метода решения задачи, описание процедуры ее математической постановки. Математические расчеты должны быть подробными и представлены в полном объеме. В обязательном порядке следует проверить размерность в полученном решении, разумность числовых значений, даваемых решением, и его поведения при изменении входящих в него величин (в частности, соответствие решения простым оценкам и известным предельным случаям). Помимо этого необходимо выполнить и подробно представить физический анализ решения, специально требуемый в условии задачи. Выполненное домашнее задание сдается в письменном виде не позже, чем за неделю до зачетной сессии. Преподаватель проверяет домашнее задание в течении двух дней и возвращает его студенту с замечаниями при их наличии. Студент должен внести исправления в решение задач в соответствии с замечаниями и предоставить скорректированное решение задач не позже, чем за неделю до экзамена.

Данная дисциплина поддерживается курсом на платформе LMS Canvas для студентов НИТУ МИСиС (электронный ресурс Э1), в котором можно найти программу курса, презентации, содержащие материал аудиторных занятий, литературу в электронном виде. Рекомендуется использовать LMS Canvas также для связи с преподавателем вне аудитории, публикуя сообщения в обсуждениях, созданных в курсе. В частности, можно задавать вопросы или запрашивать консультацию. В LMS Canvas преподаватель сообщает о месте, времени и форме проведения консультаций. Предпочтение отдается очным консультациям. Однако, в случае затруднения проведения консультации в очной форме, она может быть дана удаленно в соответствующей группе системы MS Teams.