МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Элементная база квантовых технологий**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **электронных приборов (ЭП)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	64	64	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 81323

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов представлений о фундаментальных законах статистической физики, физических процессах и явлениях, рассматриваемых в рамках данной дисциплины.

1.2. Задачи дисциплины

1. Получить знания о физических процессах, протекающих в приборах и устройствах электроники и наноэлетроники на основе фундаментальных представлений статистической физики.
2. Выработать навыки применения математического аппарата статистической физики для изучения физических процессов, протекающих в приборах и устройствах электроники и наноэлетроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.09.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 81323

ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием квантовых технологий	ПК-1.1. Знает основные физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения	Знает основные представления и математический аппарат статистической физики. Знает основные физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения.
	ПК-1.2. Умеет проектировать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения	Умеет применять математический аппарат статистической физики. Умеет проектировать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения.
	ПК-1.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием квантовых технологий	Владеет навыками моделирования физических процессов с помощью представлений и аппарата статистической физики. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием квантовых технологий.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к зачету	52	52
Подготовка к тестированию	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 81323

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Основные представления, квантовые и классические функции распределения. Общие методы равновесной статистической механики.	6	3	14	23	ПК-1
2 Микроскопическое задание статистической системы.	4	3	10	17	ПК-1
3 Каноническое распределение.	4	3	10	17	ПК-1
4 Системы с переменным внешним параметром.	4	3	10	17	ПК-1
5 Числа заполнения для систем тождественных частиц. Теория идеальных систем.	4	3	10	17	ПК-1
6 Статистическое описание неидеальных систем. Флуктуации.	4	3	10	17	ПК-1
Итого за семестр	26	18	64	108	
Итого	26	18	64	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Основные представления, квантовые и классические функции распределения. Общие методы равновесной статистической механики.	Микроскопическое состояние как чистое и смешанное механическое состояния. Классическое описание статистической системы. Функция распределения. Уравнение Лиувилля.	6	ПК-1
	Итого	6	
2 Микроскопическое задание статистической системы.	Плотность распределения микросостояний для адиабатически изолированной статистической системы. Микроканоническое распределение. Статистический вес и его связь с термодинамическими характеристиками.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 81323

3 Каноническое распределение.	Функция распределения для системы с фиксированным числом частиц и заданной температурой. Каноническое распределение. Статистическая сумма и ее связь с термодинамическими величинами.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Системы с переменным внешним параметром.	Системы с переменным внешним параметром. Большая статистическая сумма. Большое каноническое распределение. Критерии применимости классического приближения. Классическое выражение для статистического веса. Статистические интегралы.	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Числа заполнения для систем тождественных частиц. Теория идеальных систем.	Понятие о числах заполнения. Числа заполнения для систем тождественных частиц. Статистика Ферми–Дирака. Статистика Бозе–Энштейна. Статистика Больцмана. Ферми–газ. Вырожденный и слабо вырожденный Ферми-газ. Электронный газ в металлах. Бозе–газ. Бозе–конденсация. Многоатомные идеальные газы.	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Статистическое описание неидеальных систем. Флуктуации.	Статистическое описание неидеальных систем. Корреляционные функции и их связь с макроскопическими параметрами системы. Цепочка уравнений Боголюбова. Флуктуации термодинамических величин. Применение корреляционных функций для расчета флуктуаций.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			

Согласована на портале № 81323

1 Основные представления, квантовые и классические функции распределения. Общие методы равновесной статистической механики.	Микроскопическое состояние как чистое и смешанное механическое состояния. Классическое описание статистической системы. Функция распределения. Уравнение Лиувилля.	3	ПК-1
	Итого	3	
2 Микроскопическое задание статистической системы.	Плотность распределения микросостояний для адиабатически изолированной статистической системы. Микроканоническое распределение. Статистический вес и его связь с термодинамическими характеристиками.	3	ПК-1
	Итого	3	
3 Каноническое распределение.	Функция распределения для системы с фиксированным числом частиц и заданной температурой. Каноническое распределение. Статистическая сумма и ее связь с термодинамическими величинами.	3	ПК-1
	Итого	3	
4 Системы с переменным внешним параметром.	Системы с переменным внешним параметром. Большая статистическая сумма. Большое каноническое распределение. Критерии применимости классического приближения. Классическое выражение для статистического веса. Статистические интегралы.	3	ПК-1
	Итого	3	
5 Числа заполнения для систем тождественных частиц. Теория идеальных систем.	Понятие о числах заполнения. Числа заполнения для систем тождественных частиц. Статистика Ферми–Дирака. Статистика Бозе–Энштейна. Статистика Больцмана. Ферми–газ. Вырожденный и слабо вырожденный Ферми-газ. Электронный газ в металлах. Бозе–газ. Бозе–конденсация. Многоатомные идеальные газы.	3	ПК-1
	Итого	3	

Согласована на портале № 81323

6 Статистическое описание неидеальных систем. Флуктуации.	Статистическое описание неидеальных систем. Корреляционные функции и их связь с макроскопическими параметрами системы. Цепочка уравнений Боголюбова. Флуктуации термодинамических величин. Применение корреляционных функций для расчета флуктуаций.	3	ПК-1
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Основные представления, квантовые и классические функции распределения. Общие методы равновесной статистической механики.	Подготовка к зачету	12	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	14		
2 Микроскопическое задание статистической системы.	Подготовка к зачету	8	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
3 Каноническое распределение.	Подготовка к зачету	8	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
4 Системы с переменным внешним параметром.	Подготовка к зачету	8	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
5 Числа заполнения для систем тождественных частиц. Теория идеальных систем.	Подготовка к зачету	8	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		

Согласована на портале № 81323

6 Статистическое описание неидеальных систем. Флуктуации.	Подготовка к зачету	8	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		64		
Итого		64		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Зачёт, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Зачёт	15	20	20	55
Тестирование	15	15	15	45
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)8

Согласована на портале № 81323

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учебное пособие / А. И. Ансельм. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210215.

7.2. Дополнительная литература

1. Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие для вузов / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 209 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/539573.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Афанасова, М. М. Термодинамика. Статистическая физика. Элементы теории конденсированного состояния : учебно-методическое пособие / М. М. Афанасова. — Рязань : РГУ имени С.А.Есенина, 2020. — 76 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/176999.
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для вузов / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 369 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/532034 .

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 81323

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Согласована на портале № 81323

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные представления, квантовые и классические функции распределения. Общие методы равновесной статистической механики.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Микроскопическое задание статистической системы.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Каноническое распределение.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Системы с переменным внешним параметром.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Числа заполнения для систем тождественных частиц. Теория идеальных систем.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Статистическое описание неидеальных систем. Флуктуации.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 81323

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. С каким утверждением Вы согласны?
   A) чем больше членов коллектива молекул, тем точнее статистические предсказания;
   B) чем меньше членов коллектива молекул, тем точнее статистические предсказания;
   C) чем больше членов коллектива молекул, тем менее точны статистические предсказания;
   D) статистические закономерности теряют смысл при переходе к системам с большим числом частиц;
   E) точность статистических предсказаний не зависит от числа членов коллектива молекул.
2. Какое утверждение является определением флуктуации?
   A) отклонение от минимального значения называется флуктуацией;
   B) отклонение от наиболее вероятного значения называется флуктуацией;
   C) отклонение от среднего значения называется флуктуацией;
   D) отклонение от максимального значения называется флуктуацией;
   E) отклонение от среднего квадратичного значения называется флуктуацией.

Согласована на портале № 81323

3. Что такое статистический вес или термодинамическая вероятность?
   A) число различных макросостояний, соответствующих различным микросостояниям;
   B) число различных макросостояний, соответствующих данному микросостоянию;
   C) число различных микросостояний, соответствующих различным макросостояниям;
   D) число различных микросостояний, соответствующих данному макросостоянию;
   E) это то же, что и математическая вероятность.
4. Дайте определение равновесного состояния
   A) макросостояние, которое имеет тенденцию к изменению с течением времени;
   B) макросостояние, которое не имеет тенденции к изменению с течением времени;
   C) микросостояние, которое не имеет тенденции к изменению с течением времени;
   D) микросостояние, которое имеет тенденцию к изменению с течением времени;
   E) любое макросостояние.
5. Как связана энтропия со статистическим весом?
   A) энтропия пропорциональна статистическому весу;
   B) энтропия пропорциональна логарифму статистического веса;
   C) энтропия обратно пропорциональна логарифму статистического веса;
   D) энтропия пропорциональна квадрату статистического веса;
   E) энтропия пропорциональна кубу статистического веса.
6. Какая из трёх характерных скоростей больше?
   A) средняя;
   B) средняя квадратичная;
   C) наиболее вероятная;
   D) они все равны;
   E) их нельзя сравнивать.
7. Выберите правильное утверждение
   A) энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, минимальна;
   B) энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, максимальна;
   C) энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, равно нулю;
   D) энтропия системы, находящейся в неравновесном состоянии, минимальна;
   E) энтропия системы, находящейся в любом состоянии, максимальна.
8. Выберите правильное утверждение
   A) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается вправо и наиболее вероятная скорость увеличивается;
   B) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается влево и наиболее вероятная скорость увеличивается;
   C) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается вправо и наиболее вероятная скорость уменьшается;
   D) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается влево и наиболее вероятная скорость уменьшается;
   E) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры не изменяется.
9. Как давление идеального газа при данной температуре связано с концентрацией молекул?
   A) обратно пропорционально концентрации его молекул;
   B) прямо пропорционально концентрации его молекул;
   C) равно концентрации его молекул;
   D) изменяется по экспоненциальному закону;
   E) изменяется по закону синуса.
10. Сколько степеней свободы i имеет одноатомная молекула?
    A) 3 поступательные и 3 вращательные;
    B) 3 вращательные;
    C) 3 колебательные;
    D) 3 поступательные и 2 вращательные;
    E) 3 поступательные.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Что такое случайные и достоверные величины?

Согласована на портале № 81323

2. Что такое идеальный газ? Определение признаков идеального газа.
3. Что такое механическая модель системы?
4. Что такое фазовое пространство? Определение фазового объёма простых систем. Сохранение фазового объема.
5. Что такое микроканоническое распределение.
6. Что такое степень свободы системы? В чем суть теоремы о равномерном распределение энергии по степеням свободы?
7. Какой вид принимает распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц?
8. Дайте определению флуктуации физических величин.
9. Квантовое каноническое распределение.
10. Что за частицы бозоны и фермионы?
11. Статистика Бозе-Эйштейна и Ферми – Дирака.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 81323

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 81323

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	Е.Е. Слядников	Разработано, 428e61dd-26cd-4d18-850b-74157ffde9f6

Согласована на портале № 81323