

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.22 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 6 от "24" февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

Кручинин Н.Ю.

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

код наименование

личная подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации 51067

© Кручинин Н.Ю., 2017  
© ОГУ, 2017

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Дать представление об основных методах и подходах, а также базовых понятиях равновесной термодинамики и статистической физики, научить решать широкий класс задач для систем, состоящих из очень большого числа на основе вероятностного метода.

### Задачи:

Основная задача курса – научить студентов применять полученные знания на практике, используя соответствующие методы термодинамики и статистической физики; проводить необходимые расчеты физических характеристик макросистем и физически интерпретировать результаты этих расчетов; давать верную методологическую и философскую оценку физическим закономерностям, наблюдаемым в макросистемах.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.11 Молекулярная физика, Б.1.Б.14 Атомная физика, Б.1.Б.15 Физика ядра и элементарных частиц, Б.1.Б.16.3 Дифференциальные и интегральные уравнения и вариационное исчисление, Б.1.Б.16.4 Теория вероятностей и математическая статистика, Б.1.Б.19 Теоретическая механика и механика сплошных сред, Б.1.Б.21 Квантовая механика, Б.1.Б.27 Физика твердого тела*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ДВ.5.2 Современные материалы с микро и наноструктурой, Б.2.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.2 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b> - основные разделы и направления философии, методы и приемы философского анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> - анализировать и оценивать социальную информацию, планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками критического восприятия информации</p>	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
<p><b>Знать:</b> - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации.</p> <p><b>Уметь:</b> - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений.</p> <p><b>Владеть:</b> - технологиями организации процесса самообразования.</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
<p><b>Знать:</b> - основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного;</p> <p>- фундаментальные законы природы и основные физические законы в обла-</p>	ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
сти механики и молекулярной физики. <b>Уметь:</b> - применять математические методы и физические законы для решения практических задач. <b>Владеть:</b> - методами решения дифференциальных уравнений, дифференциального и интегрального исчисления; - навыками практического применения законов физики и химии	профессиональной деятельности
<b>Знать:</b> - особенности информационных технологий для их применения в практической деятельности, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности. <b>Уметь:</b> - самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения. <b>Владеть:</b> - способами реализации индуктивных и дедуктивных способов мышления в профессиональной деятельности.	ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
<b>Знать:</b> - основные принципы работы с библиографическими данными и информационно-коммуникационными системами. - знать основные требования информационной безопасности. <b>Уметь:</b> - выполнять библиографический поиск, как по тематике профессиональной деятельности, так и в новых областях знаний; - проводить обмен профессиональной информацией с учетом требований информационной безопасности. <b>Владеть:</b> - навыками поиска, обмена и защиты информации	ОПК-3 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>144</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>50,25</b>	<b>35,25</b>	<b>85,5</b>
Лекции (Л)	34	18	52
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> <i>- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);</i>	<b>57,75</b>	<b>108,75</b>	<b>166,5</b>

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самостоятельное изучение разделов (перечислить); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)			
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Динамические и статистические методы в физике	14	4	2	-	8
2.	Основные положения статистической физики	16	6	2	-	8
3.	Элементы статистической термодинамики	22	6	4	-	12
4.	Статистические распределения системы в термостате	22	6	4	-	12
5.	Свойства идеальных и реальных газов	18	6	2	-	10
6.	Равенство фаз и фазовые переходы	16	6	2	-	8
	Итого:	108	34	16		58

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7.	Квантовая статистика идеального газа	33	4	4	-	25
8.	Элементы теории неравновесных процессов	33	4	4	-	25
9.	Элементы теории флуктуаций	40	6	4		30
10.	Макроскопические квантовые явления	38	4	4	-	30
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	252	52	32		168

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

##### № 1. Динамические и статические методы в физике.

1. Детерминированные и случайные (стохастические) процессы.
2. Феноменологическая термодинамика и статистическая физика.

##### № 2. Основные положения статистической физики.

3. Макроскопическая макросистема, ее микро- и макро- состояние.
4. Стохастичность в поведении систем из большого числа частиц.
5. Статистическое описание макросистем.

6. Необратимость процессов в микросистеме. Микроскопический смысл термодинамического равновесия.

7. Энтропия. Закон возрастания энтропии в изолированной системе.

### **№ 3. Элементы статической термодинамики**

8. Термодинамическое определение температуры.

9. I начало термодинамики. Микроскопический смысл теплоты и работы.

10. Связь макропараметров системы с ее микроскопическими свойствами. II начало термодинамики.

11. Взаимопревращение внутренней и механической энергии (теплоты и работы). Максимальный КПД тепловых машин.

12. Свойства вещества вблизи абсолютного нуля. Теорема Нернста.

13. Термодинамические функции.

### **№ 4. Статистические распределения для системы в термостате**

14. Каноническое распределение Гиббса.

15. Вычисление термодинамических параметров на основе распределения Гиббса.

16. Основные применения распределения Гиббса.

17. Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал.

### **№ 5. Свойства идеальных и реальных газов**

18. Распределение Больцмана для молекул идеального газа. Газ в однородном поле тяжести. Вопрос об атмосферах планет.

19. Теплоемкость двухатомного газа. Несостоятельность классического подхода. Квантовое рассмотрение.

20. Реальные газы. Межмолекулярное взаимодействие. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

### **№ 6. Равенства фаз и фазовые переходы**

21. Условие равновесия двух фаз вещества. Уравнение Клаузиуса Клаперона.

22. Температурная зависимость давления насыщенного пара.

23. Равновесие трех фаз вещества. Тройная точка и ее свойства. Диаграмма состояния вещества.

24. Фазовые переходы 1 и 2 рода.

### **№ 7. Квантовая статистика идеального газа**

25. распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

26. Условия перехода к классической статистике. Критерии вырождения.

27. Свободные электроны в металле как вырожденный ферми-газ.

28. Идеальный бозе-газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация.

29. Описание свойств фотонного газа на основе статистики Бозе-Эйнштейна. Формула Планка.

### **№ 8. Элементы теории неравновесных процессов.**

30. Основные понятия физической кинетики. Локальное равновесие. Различие между разреженным и плотным газами.

31. Неравновесные процессы в плотном газе. Цепь Маркова. Уравнение Смолуховского.

32. Медленные неравновесные процессы в плотном газе. Уравнение Фоккера-Планка. Обобщенное уравнение диффузии. Соотношение Эйнштейна.

33. Кинетическое уравнение Больцмана.

34. Функция распределения при малом времени релаксации. Роль локального равновесия.

35. Функция распределения в диффузионном приближении. Уравнение диффузии. Поток частиц. Дрейф.

### **№ 9. Элементы теории флуктуаций.**

36. Вероятность флуктуации для системы в термостате. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуации. Распределение Гаусса.

37. Флуктуация термодинамических величин в однородной системе, погруженной в термостат. Флуктуации объема при постоянной температуре и температуры при постоянном объеме.

38. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов (пружинные весы, газовый термометр, подвешенное зеркальце). Флуктуационные токи в электрической цепи. Формула Найквиста.

39. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского.

### **№ 10. Макроскопические квантовые явления.**

40. Сверхпроводимость (основные опытные факты).
41. Полуэмпирические теории сверхпроводимости.
42. Понятия о микроскопической теории сверхпроводимости (БКШ - теории).
43. Квантование магнитного потока в сверхпроводнике, как пример макроскопического квантования.
44. Туннелирование электронных пар через контакт сверхпроводников. Эффекты Джозефсона.
45. Сверхтекучесть жидкого гелия II.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Вероятности. Дискретные случайные величины. Функция распределения. Фазовое пространство	2
2	2	Первое начало термодинамики, его применение к идеальным газам	2
3	3	Энтропия. Закон возрастания энтропии.	2
4	3	Тепловые машины. Расчет КПД. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля	2
5	4	Каноническое распределение Гиббса. Системы с переменным числом частиц	2
6	4	Распределение Максвелла-Больцмана	2
7	5	Теплоемкости газов. Реальные газы. Модель Ван-дер-Ваальса	2
8	6	Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Температурная зависимость давления насыщенного пара	2
9	6	Равновесие трех фаз вещества. Тройная точка.	2
10	7	Квантовое распределение Ферми- Дирака, его применение к электронному газу	2
11	7	Распределение Бозе-Эйнштейна. Фотонный газ	2
12	8	Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка.	2
13	8	Кинетическое уравнение Больцмана	2
14	9	Уравнение диффузии. Подвижность частиц	2
15	10	Сверхпроводимость и сверхтекучесть	4
		Итого:	32

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Ефремов, Ю.С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие / Ю.С. Ефремов. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 208 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4620-5; Электронный ресурс: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428682>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Расовский, М. Р. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетике [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. Р. Расовский, А. П. Русинов . - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 112 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук».

## 5.4 Интернет-ресурсы

1. <https://ufn.ru/> - журнал «Успехи физических наук».
2. <http://kvant.mccme.ru/> - журнал «Квант»

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. SMath Studio. Математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. Режим доступа: <http://ru.smath.info/010>
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.