

| | | |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины | Форма |  |
|--|-------|--|

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от 21 мая 2024 г. протокол № 10
Председатель _____ (Рыбин В.В.)
(подпись, расшифровка подписи)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------------|---|
| Дисциплина | Термодинамика и статистическая физика |
| Факультет | Инженерно-физический факультет высоких технологий |
| Кафедра | Кафедра радиофизики и электроники |
| Курс | 4 |

Направление (специальность): 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль/специализация): Твердотельная электроника и наноэлектроника

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

| ФИО | КАФЕДРА | Должность, ученая степень, звание |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Семенов Александр Леонидович | Кафедра радиофизики и электроники | Профессор, Доктор физико-математических наук, Доцент |

| |
|---|
| СОГЛАСОВАНО |
| Заведующий выпускающей кафедрой |
|  _____ / Гурин Н.Т./ Подпись ФИО |
| « 16 » 05 2024 г. |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

Освоение основ и методов описания равновесных и неравновесных систем на основе общих методов термодинамики, статистической механики и физической кинетики. Навыки решения и исследования конкретных физических задач, формирование необходимых математических и физических основ, достаточного для понимания и усвоения последующих курсов, базирующихся на данной дисциплине; привитие навыков исследовательской работы.

Задачи освоения дисциплины:

Изучение базовых понятий термодинамики и статистической физики, развитие навыков у студентов к решению задач по термодинамике и статистической физике и применению полученных знаний в решении конкретных научных проблем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Термодинамика и статистическая физика» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 03.03.03 Радиофизика.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ОПК-2.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Интегральные уравнения и вариационное исчисление, Термодинамика и статистическая физика, Квантовая механика, Устройства сверхвысокочастотной техники, Теоретические основы электротехники, Инженерная графика, Радиоэлектроника, Дифференциальные уравнения и дискретная математика, Физика, Математический анализ, Материаловедение, Метрология, стандартизация и сертификация, Микро- и наносхемотехника, Интегральная и волоконная оптика, Научно-исследовательская работа, Теория вероятностей и математическая статистика, Атомная и ядерная физика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Код и наименование реализуемой компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций |
|---|--|
| ОПК-2 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные; | знать: понятия статистического веса, ансамбля, микроканонического ансамбля, теплоты, энтропии, температуры, теплоемкости, цикла Карно, КПД, микроканонического распределения, канонического распределения, большого канонического распределения, квазистационарного процесса, термодинамические потенциалы, квазистационарного необратимого процесса, теореме Лиувилля, статистического интеграла, |

| Код и наименование реализуемой компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций |
|--|--|
| | <p>распределения Гиббса, распределения Максвелла и Больцмана, формулу Планка, теорию теплоемкости Эйнштейна и Дебая, распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.</p> <p>уметь: вычислять статистические веса; находить функции распределения канонического и микроканонического ансамблей; вычислять энтропию и находить температуру; уметь вычислять термодинамические потенциалы и термодинамические суммы, заменять переменные в термодинамике, неявно дифференцировать; вычислять удельную и абсолютную энтальпии; вычислять статистическую сумму невзаимодействующих частиц, находить термодинамические потенциалы из статистической суммы, рассчитывать флуктуации, вычислять термодинамические потенциалы для ферми- и бозе-газов.</p> <p>владеть: техникой вычисления статистического веса, числа доступных состояний, плотности доступных состояний; техникой вычисления статистической матрицы плотности, собственных значений и собственных функций матрицы плотности; методами вычисления микросостояний замкнутой системы; техникой определения вероятностного распределения через статистические веса и микроканонический ансамбль; методами вычисления статистической суммы и определения внутренней энергии; техникой определения энтропии, работы и теплоты в квазистатическом процессе; техникой замены переменных в термодинамике и неявного дифференцирования; методами вычисления статистической суммы невзаимодействующих частиц.</p> |

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 3 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 108 часов

Форма обучения: очная

| Вид учебной работы | Количество часов (форма обучения <u>очная</u>) | |
|--|---|---------------------|
| | Всего по плану | В т.ч. по семестрам |
| 1 | 2 | 8 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП | 44 | 44 |
| Аудиторные занятия: | 44 | 44 |
| Лекции | 22 | 22 |
| Семинары и практические занятия | 22 | 22 |

| Вид учебной работы | Количество часов (форма обучения <u>очная</u>) | |
|---|---|---------------------|
| | Всего по плану | В т.ч. по семестрам |
| | | 8 |
| 1 | 2 | 3 |
| Лабораторные работы, практикумы | - | - |
| Самостоятельная работа | 64 | 64 |
| Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов) | Тестирование | Тестирование |
| Курсовая работа | - | - |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет) | Зачет (0) | Зачет |
| Всего часов по дисциплине | 108 | 108 |

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения: очная

| Название разделов и тем | Всего | Виды учебных занятий | | | | | Форма текущего контроля знаний |
|--|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | Аудиторные занятия | | | Занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа | |
| | | Лекции | Практические занятия, семинары | Лабораторные работы, практикумы | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Раздел 1. Термодинамика | | | | | | | |
| Тема 1.1. Термодинамика | 40 | 8 | 8 | 0 | 0 | 24 | Тестирование |
| Раздел 2. Распределения Максвелла и Больцмана | | | | | | | |
| Тема 2.1. Распределения Максвелла и Больцмана | 40 | 8 | 8 | 0 | 0 | 24 | Тестирование |
| Раздел 3. Квантовая статистика | | | | | | | |
| Тема 3.1. Квантовая | 28 | 6 | 6 | 0 | 0 | 16 | Тестирование |

| Название разделов и тем | Всего | Виды учебных занятий | | | | | Форма текущего контроля знаний |
|--------------------------------|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | Аудиторные занятия | | | Занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа | |
| | | Лекции | Практические занятия, семинары | Лабораторные работы, практикумы | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| статистика | | | | | | | |
| Итого подлежит изучению | 108 | 22 | 22 | 0 | 0 | 64 | |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Термодинамика

Тема 1.1. Термодинамика

Основные понятия и определения термодинамики, уравнение состояния, параметры состояния. Первое начало термодинамики, простейшие термодинамические процессы, теплоемкость. Второе начало термодинамики, цикл Карно, КПД цикла Карно, неравенство Клаузиуса. Энтропия.

Раздел 2. Распределения Максвелла и Больцмана

Тема 2.1. Распределения Максвелла и Больцмана

Основные понятия и предмет статистической физики, Теорема Лиувилля, Функция распределения и интеграл движения. Каноническое распределение. Микроканоническое распределение. Вычисление статистического интеграла. Распределения Максвелла и Больцмана. Расчет средней энергии идеального газа. Флуктуации. Броуновское движение, Расчет точности простейшего измерительного прибора, Расчет флуктуаций термодинамических величин.

Раздел 3. Квантовая статистика

Тема 3.1. Квантовая статистика

Излучение нагретых тел. «Ультрафиолетовая катастрофа», Формула Планка, Теплоемкость твердых тел. Теория Эйнштейна, Теплоемкость твердых тел. Теория Дебая. Статистика Бозе-Эйнштейна. Конденсация Бозе-газа. Статистика Ферми-Дирака. Расчет энергии Ферми. Теплоемкость электронного газа.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Термодинамика

| | | |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины | Форма |  |
|--|-------|--|

Тема 1.1. Термодинамика

Раздел 2. Распределения Максвелла и Больцмана

Тема 2.1. Распределения Максвелла и Больцмана

Раздел 3. Квантовая статистика

Тема 3.1. Квантовая статистика

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Основные понятия и определения термодинамики. Уравнение состояния.
2. Первое начало термодинамики. Теплоемкость.
3. Второе начало термодинамики.
4. Цикл Карно. КПД цикла Карно.
5. Неравенство Клаузиуса.
6. Энтропия.
7. Основные понятия и предмет статистической физики
8. Микроканоническое распределение
9. Каноническое распределение
10. Распределение Максвелла
11. Распределение Больцмана
12. Статистический аналог энтропии
13. Броуновское движение

14. Формула Планка
15. Большое каноническое распределение
16. Вывод функции распределения для бозонов
17. Вывод функции распределения для фермионов
18. Расчет энергии Ферми

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица

Форма обучения: очная

| Название разделов и тем | Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др). | Объем в часах | Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.) |
|--|--|---------------|---|
| Раздел 1. Термодинамика | | | |
| Тема 1.1. Термодинамика | Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. | 24 | Тестирование |
| Раздел 2. Распределения Максвелла и Больцмана | | | |
| Тема 2.1. Распределения Максвелла и Больцмана | Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. | 24 | Тестирование |
| Раздел 3. Квантовая статистика | | | |
| Тема 3.1. Квантовая статистика | Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. | 16 | Тестирование |

| | | |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины | Форма |  |
|--|-------|--|

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Бондарев Борис Владимирович. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : Учебник для бакалавров / Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин ; Бондарев Б. В., Калашников Н. П., Спирин Г. Г. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2019. - 369 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/425491> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-9916-1755-0 : 849.00. / .— ISBN 0_290083

2. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц ; Ландау Л.Д.; Лифшиц Е.М. - Москва : Физматлит, 2010. - 616 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922100540.html>. - Режим доступа: ЭБС "Консультант студента"; по подписке. - ISBN 978-5-9221-0054-0. / .— ISBN 0_239148

3. Московский С.Б. Курс статистической физики и термодинамики : учебник / С.Б. Московский ; Московский С.Б. - Москва : Академический Проект, 2020. - 320 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130473.html>. - Режим доступа: ЭБС "Консультант студента"; по подписке. - ISBN 978-5-8291-3047-3. / .— ISBN 0_256068

дополнительная

1. Белонучкин В.Е. Курс общей физики. Основы физики. Учеб. пособие: для вузов. В 2 т. Т. П. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика : учебное пособие / В.Е. Белонучкин, Д.А. Заикин, Ю.М. Ципенюк ; Белонучкин В.Е.; Заикин Д.А.; Ципенюк Ю.М. - Москва : Физматлит, 2007. - 608 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107549.html>. - Режим доступа: ЭБС "Консультант студента"; по подписке. - ISBN 978-5-9221-0754-9. / .— ISBN 0_236677

2. Основы физики. Курс общей физики : учебник для вузов : в 2 т. Т. 2 : Квантовая и статистическая физика / под ред. Ю. М. Ципенюка. - Москва : Физматлит, 2001. - 504 с. - (Технический университет). - ISBN 5-9221-0163-3 (в пер.). / .— ISBN 1_79644

3. Лисейкина, Т. А. Курс физики. Раздел шестой. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие / Т. А. Лисейкина, Т. Ю. Пинегина, А. Г. Черевко ; Т. А. Лисейкина, Т. Ю. Пинегина, А. Г. Черевко. - Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. - 122 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 20.04.2026 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/45476.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 2227-8397. / .— ISBN 0_130577

4. Статистические теории в термодинамике / Г. А. Лоренц, Ю. А. Крутков, Ю. А. Круткова, ; Г. А. Лоренц; перевод Ю. А. Крутков; под редакцией Ю. А Круткова; . - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. - 184 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до

| | | |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины | Форма |  |
|--|-------|--|

12.02.2023 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/92063.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-4344-0784-7. / .— ISBN 0_152302

учебно-методическая

1. Саенко В. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Термодинамика и статистическая физика» для студентов третьего курса Инженерно-физического факультета высоких технологий Ульяновского государственного университета всех форм обучения / В. В. Саенко ; УлГУ, ИФФВТ. - 2019. - Загл. с экрана. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 818 КБ). - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0_39915.

б) Программное обеспечение

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.gosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

| | | |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины | Форма |  |
|--|-------|--|

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. **Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. **Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:


Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия

| | | |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины | Форма |  |
|--|-------|--|

информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

| | | |
|-------------|--|------------------------------|
| Разработчик | Доктор физико-математических наук, Доцент | Семенов Александр Леонидович |
| | Должность, ученая степень, звание | ФИО |

