

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

А.Г. Иванов

подпись

2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.Б.08.04 ТЕРМОДИНАМИКА,  
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность «Фундаментальная физика»

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2015

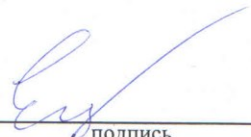
Рабочая программа дисциплины «Термодинамика, статистическая физика» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программу составил:  
Швецова Н.А., доцент кафедры  
теор. физики и комп. тех.,  
к. физ.-мат. наук, доцент

  
подпись

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика, статистическая физика» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий (разработчика)

протокол № 9 «06» апреля 2015 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика) Тумаев Е.Н.

  
подпись

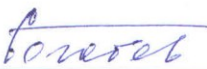
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем (выпускающей)

протокол № 13 «25» мая 2015 г.  
Заведующий кафедрой (выпускающей) Богатов Н.М.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 «29» мая 2015 г.  
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

  
подпись

Рецензенты:

Л.Р. Григорьян, ген. директор ООО НПФ «Мезон», к. физ.-мат. наук

В.А. Исаев, проф. кафедры физики и информационных систем, д. физ.-мат. наук, доцент

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цель освоения дисциплины

Данная дисциплина ставит своей целью дать студентам глубокие и прочные знания в области основных термодинамических и статистических закономерностей, как для равновесных, так и для неравновесных макроскопических систем, и научить их осознанно применять эти знания к прикладным задачам.

## 1.2 Задачи дисциплины

Основной задачей рассматриваемой учебной дисциплины является изучение макроскопических характеристик равновесных и неравновесных макроскопических систем на основе их феноменологического (термодинамического) и модельного (статистического) описания для осознанного воздействия на них выпускниками бакалавриата в их в будущей профессиональной деятельности.

## 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термодинамика, статистическая физика» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана и является завершающим разделом курса теоретической физики в системе подготовки бакалавров по направлениям подготовки 03.03.02 Физика «Фундаментальная физика».

Для успешного изучения дисциплины «Термодинамика, статистическая физика» необходимы знания обязательного минимума содержания вузовских курсов математического анализа, высшей алгебры и аналитической геометрии, тензорного и векторного анализа, дифференциальных уравнений, методов математической физики, молекулярной физики, оптики, физики атомного ядра и элементарных частиц, теоретической механики, электродинамики, квантовой механики.

Знания, получаемые при изучении дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика», необходимы для выполнения квалификационной работы, дальнейшей производственной деятельности и являются базовыми при изучении всех учебных дисциплин естественнонаучного цикла в магистратуре и в аспирантуре.

## 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение учебной дисциплины «Термодинамика, статистическая физика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций: ОПК-2, ПК-3.

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                     | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                         |                                                                                                                                 |                                                                                                                                   |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                           | знать                                                                                                                                               | уметь                                                                                                                           | владеть                                                                                                                           |
| 1.     | ОПК-2              | Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпрети- | основные понятия, методы и уравнения макроскопической физики, и вытекающие из этих уравнений основные закономерности поведения систем, состоящих из | применять основные законы макроскопической физики при решении практических задач в своей будущей профессиональной деятельности. | технологией построения математических моделей физических процессов и умением интерпретировать полученные решения при рассмотрении |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                               | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны               |                                                               |                                                             |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                     | знать                                                                     | уметь                                                         | владеть                                                     |
| 2.     | ПК-3               | ровать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.                                  | большого числа объектов.                                                  |                                                               | конкретных физических процессов и явлений.                  |
|        |                    | Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований. | профессиональные концепции термодинамических методов исследований систем. | применять профессиональные знания в физических исследованиях. | знаниями, необходимыми для физических методов исследований. |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы                                                    |                               | Всего часов | Семестры (часы) |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|---|---|---|
|                                                                       |                               |             | 5               |   |   |   |
| Контактная работа, в том числе:                                       |                               |             |                 |   |   |   |
| Аудиторные занятия (всего):                                           |                               | 64          | 64              |   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                              |                               | 32          | 32              | - | - | - |
| Лабораторные занятия                                                  |                               | -           | -               | - | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            |                               | 32          | 32              | - | - | - |
|                                                                       |                               | -           | -               | - | - | - |
| Иная контактная работа:                                               |                               |             |                 |   |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                               | 4           | 4               |   |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                               | 0,3         | 0,3             |   |   |   |
| Самостоятельная работа, в том числе:                                  |                               |             |                 |   |   |   |
| Курсовая работа                                                       |                               | -           | -               | - | - | - |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                               | 29          | 29              | - | - | - |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                               | -           | -               | - | - | - |
| Реферат                                                               |                               | -           | -               | - | - | - |
|                                                                       |                               |             |                 |   |   |   |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                               | 20          | 20              | - | - | - |
| Контроль:                                                             |                               |             |                 |   |   |   |
| Подготовка к экзамену                                                 |                               | 26,7        | 26,7            |   |   |   |
| Общая трудоемкость                                                    | час.                          | 144         | 144             | - | - | - |
|                                                                       | в том числе контактная работа | 68,3        | 68,3            |   |   |   |
|                                                                       | зач. ед.                      | 4           | 4               |   |   |   |

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Основные разделы дисциплины:

| №<br>раз-<br>дела | Наименование разделов              | Количество часов |                      |    |    |                           |
|-------------------|------------------------------------|------------------|----------------------|----|----|---------------------------|
|                   |                                    | Всего            | Аудиторная<br>работа |    |    | Самостоятельная<br>работа |
|                   |                                    |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                           |
| 1                 | 2                                  | 3                | 4                    | 5  | 6  | 7                         |
| 1.                | Введение                           | 14               | 4                    | -  | -  | 10                        |
| 2.                | Равновесная термодинамика          | 33               | 10                   | 10 | -  | 13                        |
| 3.                | Равновесная статистическая физика  | 39               | 10                   | 16 | -  | 13                        |
| 4.                | Основы неравновесной термодинамики | 22               | 6                    | 6  | -  | 10                        |
| 5.                | Заключение                         | 5                | 2                    | -  | -  | 3                         |
|                   | <i>Итого по дисциплине</i>         | 113              | 32                   | 32 | -  | 49                        |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №<br>раздела | Наименование<br>раздела           | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Форма текущего<br>контроля                              |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1            | 2                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4                                                       |
| 1.           | Введение                          | Предмет термодинамики.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Тест                                                    |
| 2.           | Равновесная термодинамика         | Основные понятия, постулаты и начала термодинамики. Метод циклов и метод термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы. Системы с переменным числом частиц. Термодинамика магнетиков, диэлектриков и равновесного излучения. Условия равновесия и устойчивости. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости. Условия устойчивости однородной системы. Условия равновесия гетерогенной системы. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого и второго рода. | Ответы на контрольные вопросы (КВ) / решение задач (РЗ) |
| 3.           | Равновесная статистическая физика | Основные понятия статистической физики. Принцип неразличимости тождественных частиц. Теорема Лиувилля. Микроканоническое распределение. Статистическое усреднение. Статистический вес и энтропия. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия. Большое каноническое распределение. Большая статистическая сумма и термодинамический потенциал. Распределения Максвелла и Максвелла - Больцмана. Теорема о равно-                                         | КВ / РЗ                                                 |

|    |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|----|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |                                    | <p>мерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале.</p> <p>Статистическая теория идеальных систем. Идеальные одноатомные газы. Статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Переход к классической статистике Больцмана. Ферми-газ при абсолютном нуле и при низких температурах. Электронный газ в металлах. Ядерная материя. Белые карлики. Бозе-газ при низких температурах. Бозе-конденсат. Равновесное электромагнитное излучение и формула Планка. Теория Эйнштейна и теория Дебая теплоемкости твердого тела. Теория теплоемкости невырожденного многоатомного газа с учетом внутримолекулярных движений, вращений, колебаний и т.д. Магнитные и электрические свойства идеальных систем. Системы с ограниченным сверху энергетическим спектром и абсолютные отрицательные температуры.</p> <p>Статистическая теория неидеальных систем. Неидеальный классический одноатомный газ. Вириальное разложение. Корреляционные функции и цепочка уравнений Боголюбова. Парная корреляционная функция и уравнения состояния системы. Системы с кулоновским взаимодействием. Свободная энергия плазмы. Элементы статистической теории дискретных систем. Система Изинга и решетчатый газ. Понятие о ближнем и дальнем порядке. Статистическая теория флуктуаций. Использование метода корреляционных функций. Флуктуация плотности. Молекулярное рассеяние света.</p> |         |
| 4. | Основы неравновесной термодинамики | Локальное равновесие. Законы сохранения. Потоки и термодинамические силы. Линейные законы. Соотношения взаимности Онзагера. Перекрестные эффекты. Принцип Ле-Шателье.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | КВ / РЗ |
| 5. | Заключение                         | Границы применимости термодинамики и статистической физики. Понятие о синергетике.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | КВ      |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

| № раздела | Наименование раздела               | Тематика практических занятий (семинаров)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Форма текущего контроля |
|-----------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1         | 2                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                       |
| 1.        | Равновесная термодинамика          | Дифференциальные термодинамические тождества. Термодинамические потенциалы.<br>Термодинамика диэлектриков и магнетиков.<br>Термодинамика равновесного излучения.<br>Фазовые переходы.<br>Контрольная работа № 1.                                                                                                                                                                                                   | Опрос<br>Решение задач  |
| 2.        | Равновесная статистическая физика  | Каноническое распределение Гиббса.<br>Распределения Максвелла.<br>Распределение Больцмана.<br>Вычисление средних значений микроскопических величин.<br>Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.<br>Контрольная работа № 2.<br>Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.<br>Системы квантовых осцилляторов и ротаторов.<br>Теплоемкость многоатомных молекул.<br>Контрольная работа № 3. | Опрос<br>Решение задач  |
| 3.        | Основы неравновесной термодинамики | Законы сохранения в неравновесной термодинамике.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Опрос<br>Решение задач  |

### 2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные работы по данному курсу не предусмотрены.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| №  | Наименование раздела             | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1. | Введение в предмет термодинамики | 1. Румер, Юрий Борисович. Термодинамика, статистическая физика и кинетика: учебное пособие для студентов физ. специальностей вузов. - 3-е изд., стер. - Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета: Сибирское университетское изд-во, 2001. - 608 с. - ISBN 5761505112. |
| 2. | Равновесная термодинамика        |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3. | Равновесная статистическая фи-   | 2. Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики: учебное пособие для студентов физ. специальностей вузов: [в 5 т.].                                                                                                                                                        |

|    |                                    |                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | зика                               | Т. 2:Термодинамикаи молекулярная и физика / Д. В. Сивухин. - Изд. 5-е, испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 543 с.: ил. - ISBN 5922106015.                                                                                               |
| 4. | Основы неравновесной термодинамики | 3. Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика: учебное пособие для студентов втузов / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2005. - 261 с. - Библиогр.: с. 255-256. - ISBN 5060043444. |
| 5. | Заключение                         |                                                                                                                                                                                                                                    |

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, разбор конкретных ситуаций, творческие задания, мозговой штурм.

Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов. Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций. Используются программы моделирования физических процессов в физике конденсированного состояния и программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения).

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- изучение и закрепление нового материала (использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- технология компьютерного моделирования численных расчетов.

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в классе



снабженном всем необходимым оборудованием и компьютерами для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент предоставляет и защищает разработанную программу численного моделирования и расчета, причем в беседе с преподавателем должен продемонстрировать знание как теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе, так и необходимых для практической реализации работы компьютерных технологий. После защиты лабораторной работы студент обязан предоставить откорректированную и оптимизированную программную разработку в формате использованной компьютерной системы.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите лабораторной работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и путем подготовки докладов;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств входного контроля знаний (по ранее изученным дисциплинам), текущего контроля выполнения заданий (см. список практических работ), средств для промежуточной (тесты) и итоговой аттестации (экзамена):

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- самостоятельного выполнения домашних заданий и ДСР;
- устного опроса во время семинарских занятий;
- качества выполненного индивидуального семестрового задания и устного опроса при его защите;
- работы студента во время коллоквиума;
- контрольных работ и кратковременных фронтальных тестов;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

На экзамене в процессе ответов на вопросы оцениваются компетенции: ОПК-2, ПК-3.

##### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

1. Предмет макроскопической физики.
2. Предмет термодинамики.
3. Аксиоматика термодинамики.
4. Изолированная система. Термодинамическое равновесие.
5. Состояние системы. Термодинамические параметры.
6. Равновесные состояния и равновесные процессы.
7. Обратимые процессы.
8. Абсолютная температура. Принцип температуры.
9. Абсолютная температура и абсолютная энтропия.

10. Термодинамические коэффициенты. Термодинамические тождества.
11. Метод циклов в термодинамике.
12. Внутренняя энергия – функция состояния. Подвод и отвод тепла.
13. Свободная энергия - функция состояния.
14. Энтальпия - функция состояния.
15. Термодинамический потенциал Гиббса - функция состояния.
16. Связь между термическим и калорическим уравнениями состояния.
17. Связь между молярными теплоемкостями.
18. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости.
19. Эффект Джоуля-Томсона.
20. Термодинамика равновесного электромагнитного излучения.
21. Термодинамика диэлектриков.
22. Термодинамика магнетиков.
23. Правило фаз Гиббса.
24. Связь между термодинамическими потенциалами при равновесии гетерогенной системы.
25. Фазовые переходы первого рода.
26. Фазовые переходы второго рода.
27. Закон действующих масс.
28. Предмет статистической физики.
29. Теорема Лиувилля.
30. Каноническое распределение Гиббса. Физический смысл канонических параметров.
31. Первые два свойства канонического распределения Гиббса.
32. 3 и 4 свойства канонического распределения Гиббса.
33. Вывод уравнения состояния идеального газа.
34. Вывод уравнения состояния реального газа методами классической статистики.
35. Вывод распределения Максвелла по абсолютным скоростям молекул из канонического распределения Гиббса.
36. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
37. Классическая теория теплоемкостей двухатомных молекул.
38. Классическая теория диэлектриков.
39. Критерий вырождения.
40. Распределение Ферми-Дирака (вывод).
41. Распределение Бозе-Эйнштейна (вывод).
42. Электронный газ при абсолютном нуле.
43. Электронный газ при низких температурах.
44. Статистика квантовых осцилляторов.
45. Статистика квантовых ротаторов.
46. Квантование поступательного движения.
47. Вывод формулы Планка при помощи распределения Бозе-Эйнштейна.
48. Квантовая теория теплоемкостей идеальных газов.
49. Теплоемкость твердых тел по Эйнштейну.
50. Теплоемкость твердых тел по Дебаю.
51. Бозе-конденсат.
52. Уравнение состояния для (А-е) фазы звездного вещества.
53. Уравнение состояния для (п-р-е) фазы звездного вещества.
54. Основные уравнения неравновесной термодинамики.

Итоговый контроль: Экзамен.

При экзаменационной форме проведения промежуточной аттестации используется пятибалльная система оценок, определенная «Положением об экзаменах и зачетах».

**Оценка "5"** ("отлично") выставляется студенту, обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоившему основную литературу и знакомому с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Оценка "5" ("отлично") выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**Оценка "4"** ("хорошо") выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешно выполнившему предусмотренные программой задачи, усвоившему основную рекомендованную литературу. Оценка "4" ("хорошо") выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.

**Оценка "3"** ("удовлетворительно") выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Оценка "3" ("удовлетворительно") выставляется студентам, обладающим необходимыми знаниями, но допустившим неточности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий.

**Оценка "2"** ("неудовлетворительно") выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "2" ("неудовлетворительно") ставится студентам, которые не могут продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-ти томах. Молекулярная физика и термодинамика. / И.В. Савельев, - 5-е изд. - М.: Лань, 2011. - 224 с. - Режим доступа - [https://e.lanbook.com/book/706#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/706#book_name)

2. Термодинамика и статистическая физика: задачи и решения: учебное пособие / А.И. Ахмедов, Э.А. Кураев, В.И. Чижиков, Ю.М. Быстрицкий; М-во образования и науки Рос. Федерации; Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2011; Дубна: ОИЯИ ЛТФ, 2011. - 90 с. - Библиогр.: с. 89. - ISBN 9785820907456: 18.99.

3. Прудников В.В. Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика: практикум / В.В. Прудников, П.В. Прудников, М.В. Мамонова / Омск: Омский государственный университет, 2018. - 40 с. ISBN:978-5-7779-2148-0 - Режим доступа - [https://e.lanbook.com/book/110892#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/110892#book_name)

### 5.2 Дополнительная литература

1. Швецова Н.А. Термодинамика и статистическая физика: Методические указания. Ч. 1. – Краснодар, 2001. - 75 с.

2. Швецова Н.А. Термодинамика и статистическая физика: Методические указания. Ч. 2. – Краснодар, 2003. - 85 с.

3. Румер Ю.Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика: учебное пособие для студентов физ. специальностей вузов. - 3-е изд., стер. - Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета: Сибирское университетское изд-во, 2001. - 608 с. - ISBN 5761505112.

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для студентов физ. специальностей вузов: [в 5 т.]. Т. 2: Термодинамика и молекулярная и физика / Д. В. Сивухин. - Изд. 5-е, испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 543 с.: ил. - ISBN 5922106015.

5. Кудинов В.А. Техническая термодинамика: учебное пособие для студентов вузов / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2005. - 261 с. - Библиогр.: с. 255-256. - ISBN 5060043444.

## 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

| №  | Ссылка                                                                  | Пояснение                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>                     | BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии. |
| 2. | <a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>                 | Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.                                                                           |
| 3. | <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> | Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир».                                   |

|    |                                                             |                                                                                                                                                |
|----|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>   | База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. |
| 5. | <a href="http://www.scirus.com">http://www.scirus.com</a>   | Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.                                                                           |
| 6. | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> | Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.            |

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Перед каждой лекцией, тема которой сообщается лектором на предыдущем занятии, повторить материал, указанный в методических рекомендациях и бегло по одному из учебных пособий просмотреть новый материал.

2. Прослушав лекцию, проработать новый материал, руководствуясь развернутым планом, изложенным в рекомендациях. Обращать особое внимание на выяснение механизма рассматриваемого явления или процесса, возможности и специфику экспериментальной проверки, применение как в теоретической физике, так и в других областях науки и техники. Далее следует выявить взаимосвязь изучаемых явлений, процессов, действие основных законов и категорий диалектики.

3. Ответить на вопросы для самоконтроля.

4. Решить рекомендованные задачи, предварительно просмотрев образец решения типичных задач.

5. Выполнить самостоятельные и контрольные работы к срокам, указанным преподавателем.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

1. Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.
2. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
3. Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

### **8.2 Перечень программного обеспечения**

| Программный продукт                                  | Договор/лицензия                        |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Операционная система MS Windows                      | Дог. № 77-АЭФ/223-ФЗ/2017 от 03.11.2017 |
| Интегрированное офисное приложение MS Office         | Дог. № 77-АЭФ/223-ФЗ/2017 от 03.11.2017 |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows | Контракт №69-АЭФ/223-ФЗ от 11.09.2017   |
| Программа Mathcad и язык программирования C++        | Контракт №69-АЭФ/223-ФЗ от 11.09.2017   |

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                         | Номера аудиторий / кабинетов |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, компьютер/ноутбук и соответствующим программным обеспечением. Специализированные демонстрационные стенды и установки для демонстраций опытов и физических явлений. | 201С, 315С, 312С             |
| 2. | Семинарские занятия                        | Специальное помещение, оснащенное посадочными местами для учебной работы, белая доска.                                                                                                                                                         | 230 С, 227С, 204С, 148С      |
| 3. | Лабораторные занятия                       | Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения.                                                                                                                                                   | 204С                         |
| 4. | Курсовое проектирование                    | Не предусмотрено.                                                                                                                                                                                                                              |                              |
| 5. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория, (кабинет).                                                                                                                                                                                                                          | 201С, 221С                   |
| 6. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория, (кабинет).                                                                                                                                                                                                                          | 204С                         |
| 7. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.     | 232С, 203С, Читальный зал    |

**Рецензия**  
на рабочую программу дисциплины *Б1.Б.08.04*  
«Термодинамика, статистическая физика»  
для студентов направления  
03.03.02 «Физика»  
(квалификация «бакалавр»)

Актуальность изучения дисциплины «Термодинамика, статистическая физика» связана с тем, что она является базовой для направления физика. Дисциплина закладывает базу для изучения целого ряда разделов физики, таких как физика плазмы, теория конденсированного состояния, теория фазовых переходов. Изучение свойств сегнетоэлектриков, магнетиков, сверхпроводников и других материалов также опирается на термодинамическую и статистическую теории. Экспериментальные методы изучения физики звёзд, так же, как и их теоретическое исследование, опираются на термодинамическую и статистическую теории. Эти теории используются при поиске новых объектов во Вселенной, изучении реликтового излучения, динамики звёздных недр и атмосфер.

Цель разработанной программы – изложение представлений об основных взаимодействиях, ответственных за формирование физических свойств термодинамических систем. В рамках дисциплины изучаются и рассчитываются физические характеристики сложных классических и квантовых систем, экспериментальные основы термодинамики. Изучение материала сопровождается изложением соответствующего математического аппарата.

Основные задачи дисциплины – обучение студентов 4 курса обучения основным идеям в термодинамической теории, ознакомление с современными проблемами и подходами к их решению.

Образовательные технологии характеризуются не только общепринятыми формами, но и выполнением индивидуальных практических заданий и активным вовлечением студентов в учебный процесс, использованием лекций с проблемным изложением, обсуждением сложных и дискуссионных вопросов и проблем, проведением предварительно подготовленных, обучаемыми, компьютерных занятий, и диалоговыми принципами обсуждения возникающих у студентов затруднений, открытой интерактивной защитой лабораторной работы на выступлении перед аудиторией сокурсников.

Рабочая программа по термодинамике, статистической физике, физической кинетике составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, квалификация «бакалавр».

Из всего вышеприведенного следует заключение, что рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика» (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Доктор физ.-мат. наук,  
профессор кафедры теоретической физики  
и компьютерных технологий  
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

\_\_\_\_\_ Е.Н. Тумаев

**Рецензия**  
на рабочую программу дисциплины *Б1.Б.08.04*  
**«Термодинамика, статистическая физика»**  
для студентов направления  
03.03.02 «Физика»  
(квалификация «бакалавр»)

Актуальность изучения дисциплины «Термодинамика, статистическая физика» связана с тем, что она является основной в бакалаврской программе. Термодинамика, статистическая физика, физическая кинетика закладывает базу для изучения целого ряда разделов физики, таких как теория фазовых переходов, физика полупроводников, астрофизика, теория конденсированного состояния. Изучение свойств сегнетоэлектриков, магнетиков, сверхпроводников и других материалов также опирается на термодинамические и статистические теории. Экспериментальные методы изучения твердых тел, так же, как и их теоретическое исследование, опираются на теорию конденсированного состояния. Эта теория используется при поиске новых материалов квантовой и полупроводниковой электроники, создании новых приборов и устройств.

Цель разработанной программы – изложение представлений об основных взаимодействиях, ответственных за физические свойства термодинамических систем. В рамках дисциплины изучаются и рассчитываются физические характеристики сложных систем с большим количеством частиц, статистические ансамбли классических и квантовых систем. Изучение материала сопровождается изложением соответствующего математического аппарата.

Основные задачи дисциплины – обучение студентов старших курсов основным идеям термодинамического и статистического подходов к решению поставленных задач, ознакомление с современными проблемами и подходами к их решению.

Рабочая программа включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины. Указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения. В тематическом плане данной дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов, отвечающие требованиям образовательного стандарта.

Программа включает в себя содержание отдельных разделов дисциплины, темы лекций и практических занятий, вопросы, которые выносятся на экзамен, список основной и дополнительной литературы.

Из всего вышеприведенного следует заключение, что рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика» (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Кандидат физ.-мат. наук,  
директор ООО НПФ «Мезон»

\_\_\_\_\_ Л.Р. Григорьян