

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Статистическая физика

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Деминов Р.Г. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Raphael.Deminov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-2	способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теоретические основы статистической физики; иметь представление о современном состоянии в указанном разделе теоретической физики

Должен уметь:

формулировать и доказывать основные результаты статистической физики

Должен владеть:

навыками вычисления (в простых задачах) макроскопических характеристик системы

Должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Квантовая и СВЧ электроника)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 34 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение	7	1	0	0	0	2	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Основные принципы статистической физики.	7	2	0	0	0	4	0	6
3.	Тема 3. Общие методы статистической механики.	7	2	0	0	0	4	0	6
4.	Тема 4. Термодинамические величины и термодинамические соотношения.	7	3	0	0	0	6	0	8
5.	Тема 5. Идеальные газы.	7	1	0	0	0	2	0	4
6.	Тема 6. Классический идеальный газ.	7	2	0	0	0	4	0	6
7.	Тема 7. Квантовый идеальный газ.	7	2	0	0	0	4	0	6
8.	Тема 8. Неидеальные газы.	7	1	0	0	0	2	0	4
9.	Тема 9. Равновесие фаз и фазовые переходы.	7	2	0	0	0	4	0	8
10.	Тема 10. Неравновесные процессы и методы физической кинетики.	7	2	0	0	0	2	0	4
	Итого		18	0	0	0	34	0	56

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Объекты исследования, задачи и методы термодинамики, статистической физики и физической кинетики. основная задача термодинамики и статистической физики. Феноменологический метод (термодинамика) и статистический метод (статистическая физика). Физическая кинетика - микроскопическая теория статистически неравновесных систем.

Тема 2. Основные принципы статистической физики.

Фазовое пространство. Микросостояние. Средние значения и флуктуации. Термодинамическое равновесие. Макропараметры, макросостояние. Метод ансамблей. Функция статистического распределения. Матрица плотности. Классическое и квантовое уравнения Лиувилля. Теорема Лиувилля. Общее выражение для функции статистического распределения (статистического оператора) в условиях равновесия.

Тема 3. Общие методы статистической механики.

Микроканоническое распределение. Статистический вес и энтропия. Внутренние и внешние параметры. Свойства энтропии. Обратимые и необратимые процессы. Температура. Каноническое распределение. Статистический интеграл и статистическая сумма. Большое каноническое распределение. Химический потенциал, большая статистическая сумма. Эквивалентность равновесных ансамблей.

Тема 4. Термодинамические величины и термодинамические соотношения.

Адиабатический процесс. Обобщенные термодинамические силы, теплоизолированная система. Первое начало термодинамики. Работа и количество тепла. Теплоемкость. Термодинамические потенциалы и их свойства. Соотношения взаимности Максвелла. Связь статистической суммы и большой статистической суммы с термодинамическими потенциалами. Условия равновесия системы. Термодинамические неравенства. Связь между теплоемкостями C_p и C_v . Второе начало термодинамики. Цикл Карно, теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Постулаты Клаузиуса и Томсона, их эквивалентность. Третье начало термодинамики, принцип Нернста.

Тема 5. Идеальные газы.

Принцип полной тождественности и неразличимости одинаковых частиц. Учет наличия спина у частиц. Обменные эффекты. Фермионы и бозоны. Принцип запрета (принцип Паули) для фермионов. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Калорическое уравнение состояния идеальных газов. Термическое уравнения состояния идеальных газов в параметрической форме.

Тема 6. Классический идеальный газ.

Распределение Максвелла-Больцмана. Химический потенциал классического идеального газа. Критерии применимости классического приближения и вырождения. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Термо-динамические потенциалы идеального газа. Идеальный газ с постоянной теплоемкостью.

Тема 7. Квантовый идеальный газ.

Черное излучение. Формулы Планка, Рэлея-Джинса и Вина. Закон смещения Вина. Энергия и давление равновесного фотонного газа. Бозе-эйнштейновская конденсация. Полностью вырожденный электронный газ в металле. Энергия Ферми, импульс Ферми. Давление электронного газа. Теплоемкость вырожденного электронного газа в металле.

Тема 8. Неидеальные газы.

Взаимодействие между молекулами в системе. Потенциал Леннард-Джонса 6-12. Модель абсолютно твердых сфер (шариков). Уравнение состояния слабо неидеального газа. Конфигурационный интеграл. Функция Майера. Вириальное разложение. Термическое уравнение состояния в вириальной форме. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Выражения для поправок Ван-дер-Ваальса.

Тема 9. Равновесие фаз и фазовые переходы.

Фазы и компоненты. Условия равновесия двух фаз. Кривые равновесия фаз. Равновесие трех фаз. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Метастабильные состояния. Теория флуктуаций. Флуктуации в однородной замкнутой системе. Принцип Больцмана. Флуктуации в системе, помещенной в термостат. Флуктуации температуры и плотности частиц.

Тема 10. Неравновесные процессы и методы физической кинетики.

Уравнение Маркова-Смолуховского, принцип детального равновесия. Уравнение Эйнштейна-Фоккера-Планка, соотношение Эйнштейна. Стадии эволюции неравновесной системы согласно Н. Н. Боголюбову - этап первоначальной хаотизации, кинетический и гидродинамический этапы. Кинетическое уравнение Больцмана. Приближение времени релаксации. Н - теорема Больцмана.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Аминов Л.К. Термодинамика и статистическая физика. Конспекты лекций и задачи. - http://kpfu.ru/docs/F2096324044/Thermodynamics_and_statistical_physics.pdf

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Каталог образовательных интернет-ресурсов на сайте - <http://www.edu.ru/>

Кафедра квантовой статистики и теории поля МГУ. Библиотека - <http://statphys.nm.ru/biblioteka.html>

Научная библиотека на сайте - <http://www.poiskknig.ru/>

Научная энциклопедия на сайте - <http://elementy.ru/physics>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понять и запомнить все новые определения. - Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект. - Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются). <p>Тема 3. Общие методы статистической физики Вопрос 2. Простейшие модельные системы: система невзаимодействующих между собой гармонических осцилляторов с одной и той же частотой. Данная простейшая модельная система является важнейшим примером нормальной системы - системы с неограниченным сверху энергетическим спектром. Полезно сравнить температурные зависимости энергии и теплоемкости этой системы с другой важной модельной системой - системой невзаимодействующих между собой спинов со спином во внешнем магнитном поле, энергетический спектр которой ограничен сверху, что приводит к аномальным свойствам такой системы: области отрицательной спиновой температуры и т.д. Вопрос 3. Приложения канонического и большого канонического распределений к простым системам. Рассматривая приложения канонического и большого канонического распределений к простым системам необходимо, как правило, вначале найти статистическую сумму (большую статистическую сумму), а затем интересующие нас величины. Тема 4. Термодинамические величины и термодинамические соотношения Вопрос 4. Термодинамика. При получении термодинамических соотношений (доказательстве термодинамических тождеств) необходимо использовать выражения для термодинамических функций (их дифференциалов), представление через якобианы с использованием их свойств, позволяющих переходить к новым переменным. Вопрос 5. Термодинамика. Нахождение количества тепла и работы за один цикл. Нахождение коэффициента полезного действия тепловой машины - это отношение работы, совершаемой рабочим за один цикл, к количеству тепла, полученного рабочим телом за цикл. Поэтому, при нахождении знаменателя необходимо учитывать только те участки цикла, на которых дифференциал количества тепла положителен. Тема 9. Равновесие фаз и фазовые переходы Вопрос 8. Равновесие фаз и фазовые переходы. Условия равновесия фаз непосредственно вытекают из необходимых условий равновесия системы. Фазовые переходы классифицируются по поведению первых и вторых производных от химического потенциала по температуре и давлению. Для анализа фазовых переходов второго рода широко используется феноменологическая теория Ландау, основанная на несингулярном поведении термодинамического потенциала как функции давления, температуры и параметра порядка вблизи точки фазового перехода. Тема 10. Теория флуктуаций Вопрос 9. Теория флуктуаций. Выражение для вероятности флуктуаций в системе, помещенной в термостат, получается путем разложения флуктуации энтропии в ряд с точностью до квадратичных слагаемых. Выбирая в качестве независимых переменных какую-либо пару величин, можно получить выражения для квадратичных флуктуаций этих величин, путем сравнения с распределением вероятностей флуктуаций в замкнутой системе - распределением Гаусса. Более общее выражение для вероятности флуктуаций связано с минимальной работой, которую необходимо обратимо и изотермически произвести над системой, чтобы получить такое же изменение величины, как и при флуктуации.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Вариант задания выдается преподавателем, проводящим лабораторные занятия, он же принимает лабораторную работу. Каждая лабораторная работа оценивается определенным количеством баллов в соответствии с регламентом балльно-рейтинговой системы. Выполнение лабораторной работы следует начать с изучения теоретических сведений. Лабораторная работа считается выполненной, если предоставлен отчет о результатах выполнения задания и проведена защита проделанной работы. Каждый отчет должен содержать: 1. Заголовок лабораторной работы (название и цель работы). 2. Задание к лабораторной работе. 3. Краткие теоретические сведения. 4. Описание последовательности действий, произведенных при выполнении работы (ход работы). 5. Результаты выполнения лабораторной работы (в электронном варианте или распечатанные).</p> <p>Защита проводится в два этапа:</p> <p>1) Демонстрируются результаты выполнения задания. В случае лабораторной работы, предусматривающей разработку программного приложения, при помощи тестового примера доказывается, что результат, получаемый при выполнении программы, правильный.</p> <p>2) Необходимо ответить на ряд вопросов преподавателя, которые должны прояснить степень самостоятельности и понимания выполнения данной работы.</p>
самостоятельная работа	<p>Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.</p> <p>- При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.</p> <p>Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучать по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.</p>
зачет	<p>Залогом успешной сдачи зачета являются систематические, добросовестные занятия студента в течение семестра. Однако это не отменяет необходимости специальной работы перед зачетной сессией. Специфической задачей работы студента в период зачетной сессии являются повторение, обобщение и систематизация всего материала, который изучен в течение семестра. Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии.</p> <p>В основу повторения должна быть положена только программа. Не следует повторять ни по билетам, ни по контрольным вопросам. Повторение по билетам нарушает систему знаний и ведет к механическому заучиванию. Повторение по различного рода контрольным вопросам приводит к пропускам и пробелам в знаниях и к недоработке иногда весьма важных разделов программы. Повторение - процесс индивидуальный; каждый студент повторяет то, что для него трудно, неясно, забыто. Поэтому, прежде чем приступить к повторению, рекомендуется сначала внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы и выписать их на отдельном листе.</p> <p>В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций или семинаров, и др. Ни в коем случае нельзя ограничиваться только одним конспектом, а тем более, чужими записями. Всякого рода записи и конспекты - вещи сугубо индивидуальные, понятные только автору. Готовясь по чужим записям, легко можно впасть в очень грубые ошибки. Само повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. Закончив работу над темой (главой), необходимо ответить на вопросы учебника или выполнить задания, а самое лучшее - воспроизвести весь материал. Консультации, которые проводятся для студентов в период экзаменационной сессии, необходимо использовать для углубления знаний, для восполнения пробелов и для разрешения всех возникших трудностей. Без тщательного самостоятельного продумывания материала беседа с консультантом неизбежно будет носить 'общий', поверхностный характер и не принесет нужного результата.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "Квантовая и СВЧ электроника".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учебное пособие / А. И. Ансельм. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-0756-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210215> (дата обращения: 12.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аминов, Л. К. Термодинамика и статистическая физика. Конспекты лекций и задачи / Л. К. Аминов. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 180 с. - Текст : электронный. - URL: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/20317/3/06_41_001076.pdf (дата обращения: 12.12.2023). - Режим доступа: открытый.

3. Браун, А. Г. Основы статистической физики : учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 120 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/5493. - ISBN 978-5-16-010234-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1408100> (дата обращения: 12.12.2023). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под редакцией Л. П. Питаевского. - 6-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 5 : Статистическая физика. В 2 ч. Ч. 1 - 2021. - 620 с. - ISBN 978-5-9221-1510-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185665> (дата обращения: 12.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Кондратьев, А. С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории : учебное пособие / А. С. Кондратьев, П. А. Райгородский. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 256 с. - ISBN 978-5-9221-0876-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2209> (дата обращения: 12.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.