

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Термодинамика и статистическая физика

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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
ОПК-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

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

Должен уметь:

формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и 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.Б.27 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 60 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	7	1	0	0	1
2.	Тема 2. Основные принципы статистической физики.	7	5	2	0	3
3.	Тема 3. Общие методы статистической механики.	7	4	4	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Термодинамические величины и термодинамические соотношения.	7	6	4	0	4
5.	Тема 5. Идеальные газы.	7	2	2	0	4
6.	Тема 6. Классический идеальный газ.	7	4	2	0	2
7.	Тема 7. Квантовый идеальный газ.	7	4	2	0	6
8.	Тема 8. Неидеальные газы.	7	2	2	0	6
9.	Тема 9. Равновесие фаз и фазовые переходы.	7	4	2	0	12
10.	Тема 10. Неравновесные процессы и методы физической кинетики.	7	4	4	0	6
	Итого		36	24	0	48

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Объекты исследования, задачи и методы термодинамики, статистической физики и физической кинетики.

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.

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 Нерста.

Тема 5. Идеальные газы.

Принцип неразличимости тождественных частиц. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Калорическое уравнение состояния идеальных газов.

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. Термодинамические потенциалы идеального газа. Идеальный газ с постоянной теплоемкостью.

Тема 7. Квантовый идеальный газ.

Черное излучение, формула Планка, энергия и давление равновесного фотонного газа. Бозе-эйнштейновская конденсация. Вырожденный электронный газ в металле. Теплоемкость вырожденного электронного газа в металле.

Тема 8. Неидеальные газы.

Взаимодействие между молекулами в системе. Уравнение состояния слабо неидеального газа. Вириальное разложение. Уравнение 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. Кинетическое уравнение Больцмана. Приближение времени релаксации. H - 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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)

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

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://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовая_физика

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

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

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов, подготовке к практическим занятиям, выполнению письменных работ, подготовке к экзамену

Тема 1-2. Введение. Основные принципы статистической физики

Вопрос 1.

Элементы теории вероятностей. Избранные разделы классической и квантовой механики.

Необходимыми сведениями из теории вероятностей являются законы сложения и умножения вероятностей и следствия из них применительно к рассматриваемым в статистической физике макроскопическим системам. Важным является рассмотрение различных распределений - биномиального распределения, распределения Пуассона и распределения Гаусса - с учетом области применимости каждого из распределений.

К избранным разделам классической и квантовой механики относятся важные понятия фазового пространства, фазовой траектории, объема допустимой области фазового пространства, подсчета числа состояний, приходящихся на объем допустимой области фазового пространства (статистический вес), сравнение с числом состояний, полученным при чисто квантово-механическом решении задачи.

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 6. Классический идеальный газ

Вопрос 6.

Классический идеальный газ.

Классический идеальный газ подчиняется распределению Максвелла-Больцмана, следующему из канонического распределения Гиббса. При нахождении распределения по энергии можно воспользоваться распределением Максвелла по величине скорости и осуществить переход от переменной 'скорость' к переменной 'энергия'.

Тема 7. Квантовый идеальный газ

Вопрос 7.

Квантовый идеальный газ.

Квантовый идеальный газ подчиняется распределению Ферми-Дирака (для частиц с полуцелым спином - фермионов) или распределению Бозе-Эйнштейна (для частиц с целым спином - бозонов). Важно отметить, что для квантового идеального газа, несмотря на отсутствие непосредственного силового взаимодействия, невозможно получить точное термическое уравнение состояния (уравнение, связывающее давление, объем и температуру) в явном виде.

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.

Контрольная работа по темам 1-3. Тема 1-2. Введение. Основные принципы статистической физики. Тема 3.

Общие методы статистической физики.

К избранным разделам классической и квантовой механики относятся важные понятия фазового пространства, фазовой траектории, объема допустимой области фазового пространства, подсчета числа состояний, приходящихся на объем допустимой области фазового пространства (статистический вес), сравнение с числом состояний, полученным при чисто квантово-механическом решении задачи.

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 - энергию, теплоемкость, энтропию, намагниченность и т.д. - как производную от логарифма статистической суммы по соответствующему параметру (возможно, вторую производную, как в случае с теплоемкостью). Важно помнить, что в выражении для статистической суммы фигурирует сумма по состояниям, если рассматривать сумму по уровням энергии, то каждое экспоненциальное слагаемое необходимо умножить на кратность вырождения уровня энергии.

Контрольная работа по теме 5. Тема 5. Идеальные газы

Классический идеальный газ подчиняется распределению Максвелла-Больцмана, следующему из канонического распределения Гиббса. При нахождении распределения по энергии можно воспользоваться распределением Максвелла по величине скорости и осуществить переход от переменной 'скорость' к переменной 'энергия'. Важно помнить, что прежде чем находить распределение числа частиц в пространстве (распределение Больцмана) или по скоростям (распределение Максвелла по компонентам скорости или по величине скорости) необходимо получить распределение вероятностей по соответствующей величине для одной частицы, а только затем умножить на полное число частиц для получения искомого распределения.

Квантовый идеальный газ подчиняется распределению Ферми-Дирака (для частиц с полуцелым спином - фермионов) или распределению Бозе-Эйнштейна (для частиц с целым спином - бозонов). Важно отметить, что для квантового идеального газа, несмотря на отсутствие непосредственного силового взаимодействия, невозможно получить точное термическое уравнение состояния (уравнение, связывающее давление, объем и температуру) в явном виде.

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 "не предусмотрено".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.27 Термодинамика и статистическая физика

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Аминов, Л. К. Термодинамика и статистическая физика. Конспекты лекций и задачи [Электронный ресурс] / Л. К. Аминов. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 180 с. Режим доступа: - http://kpfu.ru/docs/F2096324044/Thermodynamics_and_statistical_physics.pdf
2. Браун, А. Г. Основы статистической физики: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Г. Браун, И. Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с. - Режим доступа: - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478437>

Дополнительная литература:

1. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Ансельм. - 2-е изд., стер. СПб.: Издательство 'Лань', 2007. - 448 с. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/book/692>
2. Кондратьев, А. С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории [Электронный ресурс] / А. С. Кондратьев, П. А. Райгородский. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 256 с. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/book/2209>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.27 Термодинамика и статистическая физика

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.