



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая физика

Кафедра Общей и теоретической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик: кафедра общей и теоретической физики,
Мусаев Гапиз Мусаевич, д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей и теоретической физики от «25» июня 2018г.,
протокол №1а.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета
от «29» июня 2018г., протокол №11

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «2» июля 2018г. .

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Статистическая физика» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением особого типа закономерностей, которым подчиняются поведение и свойства макроскопических тел.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- общекультурных – ОК-2;
- общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-3;
- профессиональных – ПК-1, ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме текущий контроль в форме опросов и коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
8	72	36	18	-	18	-	-	36	Экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Статистическая физика - это один из разделов теоретической физики, который является основным в общей системе современной подготовки физиков – профессионалов. Задачей дисциплины является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и целеустремленное изучение разделов физики в рамках теоретической физики – специализированных дисциплин.

Первая - эта мировоззренческая и методологическая направленность курса. Необходимо формировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Для этого необходимо обобщить экспериментальные данные и на их основе произвести построение моделей наблюдаемых явлений со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют. Во вторых, в рамках единого подхода классической физики необходимо рассматривать все основные явления и процессы, происходящие в природе, установить связь между ними, вывести основные законы и получить их выражения в виде математических уравнений, в третьих, необходимо научить студентов самостоятельно применять полученные теоретические знания для решения конкретных задач с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика».

Для ее освоения необходимы знания таких дисциплин, как дифференциальные уравнения, электродинамика, методы математической физики. Является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, уравнения математической физики, механика, электричество и магнетизм, оптика, теоретическая механика, высшая математика, квантовая механика, термодинамика. Структура статистической физики как науки – научная дисциплина, изучающая структуру и общие статистические закономерности систем с громадным числом частиц, являющейся теоретической базой для статистических исследований как идеальных, так и неидеальных классических и квантовых систем. Данная дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

Уровень «знать»:

- функциональный структурный и объективно-ориентированный подходы и основные понятия статистической физики;
- основные понятия и умения, объяснить их физический смысл;
- основные законы и уравнения статистической физики;
- основные распределения статистической физики;

Уровень «уметь»:

- решать конкретные задачи, использовать соответствующие методы;
- объяснить те закономерности и явления, которые, могут быть, объяснены используя теоретические представления;
- объяснить преимущества и недостатки того или иного статистического распределения.

Дисциплины, последующие по учебному плану:

- научно-исследовательская работа;
- итоговая государственная аттестация.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

В результате освоения данной дисциплины обучающийся демонстрирует следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none">• историю развития и современные проблемы статистической физики как фундамент исторической физики;• концепции и идеи, на которых основаны закономерности статистической физики;• особенности применения статистических закономерностей в науке и образовании;• основные подходы к организации процесса разработки квантовых статистических особенностей в науке и образовании. <p>Умеет:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> оценивать социальные и исторические следствия решений, принимаемых при разработке новых разделов квантовой статистики, которые способствуют созданию новых технологий в области военной техники. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> концепциями и идеями, на которых основаны закономерности статистической физики; особенностями применения статистических закономерностей в науке и образовании.
ОПК-1	<p>способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> наиболее важные вопросы, изучаемые в дисциплинах: теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика и в особенности термодинамика; предмет статистической физики основные методы изучения систем частиц; основные понятия и представления статистической физики; наиболее существенные достижения в других областях науки, таких как биология, химия науки и Земле. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать те или иные статистические распределения для решения конкретных задач; применять закономерности классической и квантовой статистики в других областях научного исследования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> основными принципами статистики, которые могут быть применены в смежных областях науки; навыками применения основных методов физического моделирования на практике.
ОПК-3	<p>способность использовать</p>	<p>Знает:</p>

	<p>базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления и законы статистической физики, границы их применения; • основные физические величины, физические константы, используемые в статистической физике, их определения, физический смысл, единицы измерения; • основные понятия и представления молекулярной физики, необходимые для решения практических задач статистической физики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • объяснить основные закономерности, имеющие место в фундаментальных разделах теоретической физики; • указать какие законы описывает данное физическое явление или эффект; • использовать различные методы математического моделирования и применять их к решению конкретных естественнонаучных проблем. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших приложениях; • навыками использования знаний фундаментальных разделов общей физики для решения конкретных профессиональных задач.
<p>ПК-1</p>	<p>способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • из каких частей состоит теоретическая физика и какое место в ней занимает статистическая физика; • роль теоретической физики в освоении профильных дисциплин бакалавриата; • о существовании различных подходов в статистической физике при исследовании

		<p>конденсированного состояния;</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные вопросы дисциплин теоретической физики, необходимые для успешного освоения статистической физики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать уравнения квантовой механики и термодинамики, необходимые для решения задач статистической физики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения знаний общей теоретической физики для освоения статистической физики.
ПК-4	<p>способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • необходимостью применения на практике профессиональных знаний общей теоретической физики, полученных при освоении статистической физики; • базовые представления из разделов общей и теоретической физики, необходимые для успешного освоения статистической физики; • основные отношения между термодинамическими характеристиками системы. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • записывать основные уравнения и соотношения, которые встречаются при изучении статистической физики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками решения задач статистической физики, относящихся к различным системам.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Трудоемкость	Лекции	Практич. занятия			
Модуль 1. Основные положения и общие методы статистической физики.									
1.	Статистические ансамбли и функции распределения	8		2	1			3	опрос
2.	Микроканоническое распределение			1	1			2	опрос
3.	Статистический вес и энтропия. Каноническое распределение Гиббса			2	2			4	опрос
4.	Статистическая сумма и свободная энергия			2	1			3	опрос
5.	Большое каноническое распределение, большая стат. сумма и термодин. потенциал.			2	2			2	опрос
6.	Распределение Максвелла			1	1			4	опрос
Итого по модулю 1				10	8			18	коллоквиум
Модуль 2. Статистическая теория идеальных и неидеальных систем.									
1.	Идеальные одноатомные газы	8						2	опрос
2.	Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака			1	1			1	опрос
3.	Ферми и Бозе-газы элементарных частиц			1				1	опрос
4.	Система невзаимодействующих осцилляторов			1	1			1	опрос
5.	Теория теплоемкости твердых				1			2	опрос

	тел								
6.	Системы с ограниченным спектром энергии			1	1			1	опрос
7.	Неидеальный классический газ			1	2			3	опрос
8.	Свободная энергия плазмы			1	2			3	опрос
9.	Теория флуктуаций			2	2			4	опрос
Итого по модулю 2				8	10			18	зачет
ИТОГО				18	18			36	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Основные положения и общие методы статистической физики.

Статистические ансамбли и функции распределения. Статистическое усреднение. Чистые и смешанные квантовые состояния. Матрица плотности. Микроканоническое распределение. Статистический вес и энтропия. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия. Большое каноническое распределение. Большой термодинамический потенциал. Квазиклассический переход к статическому интегралу. Распределение Максвелла и Максвелла-Больцмана. Равномерное распределение кинетической энергии по степеням свободы.

Модуль 2. Статистическая теория идеальных и неидеальных систем.

2а. Статистическая теория идеальных систем.

Идеальный одноатомный газ. Ограничения на значения чисел заполнения. Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Ферми-газ при низких температурах. Электронный газ в металлах. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Релятивистский вырожденный ферми-газ. Система невзаимодействующих осцилляторов. Равновесное излучение и формула Планка. Теория Эйнштейна и Дебая теплоемкости твердых тел. Теория теплоемкости невырожденного многослойного газа с учетом внутримолекулярных движений: вращений, колебаний. Системы с ограниченным спектром энергии.

2б. Статистическая теория неидеальных систем

Неидеальный классический одноатомный газ. Вирialное разложение. Системы с кулоновским взаимодействием. Свободная энергия плазмы. Система Изинга. Понятие о ближнем и дальнем порядке. Термодинамическая теория флуктуаций. Флуктуации основных термодинамических величин. Статистическая теория флуктуаций.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Основные положения и общие методы статистической физики.		
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Статистические ансамбли и функции распределения.	Функция статистического распределения. Статистическое уравнение. Чистые и смешанные состояния. Матрица плотности. Микроканоническое распределение.	2
Статистический вес и энтропия.	Энтропия и ее связь со статистическим весом. Свойства энтропии. Каноническое распределение.	2
Статистическая сумма и свободная энергия.	Большое каноническое распределение. Большой термодинамический потенциал. Квазиклассический переход от статистической суммы к статическому интегралу.	2
Распределение Максвелла.	Виды распределения Максвелла. Нахождение средне квадратичных отклонений.	2
Модуль 2. Статистическая теория идеальных и неидеальных систем.		
Идеальные классические и квантовые системы.	Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Ферми – и Бозе – системы элементарных частиц.	2
Теплоемкость твердых тел. Система невзаимодействующих осцилляторов.	Теория Дебая и Эйнштейна. Система невзаимодействующих осцилляторов. Системы с ограниченным спектром энергии.	2
Неидеальный газ.	Классический одноатомный неидеальный газ. Вириальное разложение.	2
Системы с кулоновским взаимодействием.	Общие представления о плазме. Свободная энергия плазмы.	2
Теория флуктуаций.	Термодинамическая теория флуктуаций. Статистическая теория флуктуаций. Флуктуации в идеальном газе.	2

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для подготовки к занятиям также имеется электронный курс лекций, размещенный на сайте ДГУ, которые способствуют подготовке к сдаче зачета.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- решение некоторых задач с применением компьютера.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Основные представления статистической физики	Фазовое пространство, фазовая траектория, статистические ансамбли и функции распределения. Научиться находить статистическую среднюю по различным распределениям.

Методы статистической физики.	Разобраться в вопросе: «Микроканоническое распределение» почему важную роль играет энергия. Получить каноническое распределение Гиббса. Показать и понять связь между статистическим весом и энтропией. Уметь получить выражения для большого канонического распределения, большой статистической суммы и термодинамического потенциала.
Статистическая теория идеальных систем.	Рассмотреть вначале классические идеальные одноатомные газы, и какие ограничения существуют на значения чисел заполнения.
Статистическая система квантовых идеальных систем.	Получить выражения для распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Рассмотреть Ферми и Бозе-газы при очень низких температурах и пояснить, почему эти газы считаются более идеальными, чем больше плотность.
Теория теплоемкости.	Рассмотреть теории Эйнштейна и Дебая для теплоемкости твердых тел, а также теорию теплоемкости невырожденного многоатомного газа с учетом колебаний и вращений атомов.
Отрицательные температуры.	Научиться обосновать возможность существования отрицательных температур. Рассмотреть примеры систем с отрицательной температурой.
Неидеальные системы.	Получить выражение для свободной энергии и давления в случае неидеальных систем. Показать, что уравнение состояния такой системы является таким, что его можно записать в виде разложения по степеням N/V используя, так называемые, вириальные коэффициенты.
Термодинамика плазмы.	Рассмотреть плазму, как систему с кулоновским взаимодействием между частицами и получить выражение для свободной энергии плазмы.
Теория флуктуаций.	Рассмотреть как термодинамическую, так и статистическую теории флуктуаций. Суметь получить выражение для флуктуаций энтропии, температуры, давления и т. д. Получить формулу Пуассона.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (зачет). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-2	<p>способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • историю развития и современные проблемы статистической физики как фундамент исторической физики; • концепции и идеи, на которых основаны закономерности статистической физики; • особенности применения статистических закономерностей в науке и образовании; • основные подходы к организации процесса разработки квантовых статистических особенностей в науке и образовании. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать социальные и исторические следствия решений, принимаемых при разработке новых разделов квантовой статистики, которые 	Устный опрос

		<p>способствуют созданию новых технологий в области военной техники.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • концепциями и идеями, на которых основаны закономерности статистической физики; • особенностями применения статистических закономерностей в науке и образовании. 	
ОПК-1	<p>способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • наиболее важные вопросы, изучаемые в дисциплинах: теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика и в особенности термодинамика; • предмет статистической физики основные методы изучения систем частиц; • основные понятия и представления статистической физики; • наиболее существенные достижения в других областях науки, таких как биология, химия науки и Земле. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать те или иные статистические распределения для решения конкретных задач; • применять закономерности классической и квантовой статистики в других областях научного исследования. 	Устный опрос, письменный опрос

		<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными принципами статистики, которые могут быть применены в смежных областях науки; • навыками применения основных методов физического моделирования на практике. 	
ОПК-3	<p>способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления и законы статистической физики, границы их применения; • основные физические величины, физические константы, используемые в статистической физике, их определения, физический смысл, единицы измерения; • основные понятия и представления молекулярной физики, необходимые для решения практических задач статистической физики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • объяснить основные закономерности, имеющие место в фундаментальных разделах теоретической физики; • указать какие законы описывает данное физическое явление или эффект; • использовать различные методы математического моделирования и применять их к решению конкретных 	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

		<p>естественнонаучных проблем.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших приложениях; • навыками использования знаний фундаментальных разделов общей физики для решения конкретных профессиональных задач. 	
ПК-1	<p>способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • из каких частей состоит теоретическая физика и какое место в ней занимает статистическая физика; • роль теоретической физики в освоении профильных дисциплин бакалавриата; • о существовании различных подходов в статистической физике при исследовании конденсированного состояния; • основные вопросы дисциплин теоретической физики, необходимые для успешного освоения статистической физики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать уравнения квантовой механики и термодинамики, необходимые для решения задач статистической физики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения 	<p>Письменный опрос</p>

		знаний общей теоретической физики для освоения статистической физики.	
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • необходимостью применения на практике профессиональных знаний общей теоретической физики, полученных при освоении статистической физики; • базовые представления из разделов общей и теоретической физики, необходимые для успешного освоения статистической физики; • основные отношения между термодинамическими характеристиками системы. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • записывать основные уравнения и соотношения, которые встречаются при изучении статистической физики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками решения задач статистической физики, относящихся к различным системам. 	Письменный опрос

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Что такое статистический ансамбль.
2. Статистическое усреднение.
3. Что такое фазовая траектория?
4. Что такое статистические закономерности?

5. Показать роль энергии при микроскопическом распределении системы и выводе микроканонического распределения.
6. Основные свойства энтропии.
7. Связь между энтропией и статистическим весом.
8. Как понимать нормировку функции распределения?
9. Чем отличается условие нормировки квантовом и классическом случаях?
10. Какой вид имеет распределения Максвелла?
11. Найти значение средней кинетической энергии атома, используя распределение Максвелла.
12. Вычислить интеграл $\int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} x_n dx$.
13. Суметь получить распределение Максвелла из распределения вероятностей для осциллятора.
14. Связь статистической суммы и свободной энергии.
15. Написать выражение для большого термодинамического потенциала.
16. Написать выражение для распределения Больцмана.
17. Написать выражение распределения Больцмана в классической статистике.
18. Как записывается уравнение состояния идеального газа?
19. Написать выражение термодинамического потенциала для идеального газа.
20. Написать выражения для свободной энергии идеального газа.
21. Получить разность удельных теплоемкостей $C_p - C_v$ для идеального газа.
22. Выражение термодинамического потенциала для идеального газа с постоянной теплоемкостью.
23. Что означает закон равномерного распределения кинетической энергии по степеням свободы?
24. Получить выражение для свободной энергии одноатомного идеального газа.
25. Какие ограничения накладываются на значения чисел заполнения для одноатомного идеального газа.
26. Как осуществляется квазиклассический переход от статистической суммы к статистическому интегралу?
27. Рассмотреть двухатомный газ с учетом вращения молекул.
28. Уметь получить выражение для колебательной теплоемкости двухатомной молекулы.
29. Как влияет электронный момент на свободную энергию двухатомного газа?
30. Какой вид имеет выражение термодинамического потенциала Ω в распределении Ферми-Дирака?

31. Выражение термодинамического потенциала Ω в случае распределения Бозе-Эйнштейна.
32. Написать выражение для dN_z в случае Ферми, Бозе-газов элементарных частиц.
33. Какова связь химического потенциала μ и энергии Ферми, при $T = 0$?
34. Написать условие для вырождения Ферми газа.
35. Получить выражение для большого термодинамического потенциала вырожденного электронного газа.
36. Теплоемкость вырожденного электронного газа.
37. Как вычисляется интеграл вида $\int_0^{\infty} \frac{z^{x-1}}{e^z - 1} dz$?
38. Что такое релятивистский вырожденный электронный газ?
39. Какова связь между Ω и энергией релятивистского электронного газа?
40. Что такое температура вырождения бозе-газа?
41. Получить выражение для теплоемкости вырожденного бозе-газа.
42. Определить связь между свободной энергией и энергией E вырожденного электронного газа.
43. Чем объяснить, что отклонения свойств идеального газа элементарных частиц от классических при понижении температуры ведут в статистике Ферми к увеличению, а в статистике Бозе к уменьшению давления по сравнению с его значением в обычном газе.
44. Как вычислить интеграл $\int_0^{\infty} \frac{z^{x-1} dx}{e^z - 1}$?
45. Получить формулу Релея-Джинса.
46. Получить формулу Вина для черного излучения.
47. Какой вид имеет распределение Гаусса?
48. Рассмотреть флуктуацию основных термодинамических величин и показать статистическую независимость флуктуаций температуры и объема.
49. Получить выражение для средних квадратов флуктуаций температуры и объема.
50. Получить выражение для среднего квадрата флуктуаций числа частиц системы.
51. Получить выражение для средней квадратичной флуктуации числа частиц, находящихся в $k - \mu$ квантовом состоянии.

7.2.2. Перечень вопросов к зачету.

1. Понятие о фазовом пространстве.
2. Функции статистического распределения.
3. Что означает статистическая независимость?
4. Написать выражение для микроканонического распределения.
5. Какой основной физический смысл энтропии?
6. Статистический вес и его основной смысл.
7. Написать выражения для канонического распределения Гиббса.
8. Написать выражение для распределения вероятностей осциллятора.
9. Статистическая сумма.
10. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.
11. Большая статистическая сумма и ее выражение.
12. Получить выражение свободной энергии и энтропии для идеального газа с постоянной теплоемкостью.
13. Рассмотреть двухатомный газ и показать влияние колебания атомов на энергетический спектр.
14. Написать выражение для распределения Ферми-Дирака.
15. Чем отличается распределение Бозе-Эйнштейна от распределения Ферми-Дирака?
16. Какой вид имеет выражения для Ω в случае Ферми и Бозе-газов элементарных частиц?
17. Что такое энергия Ферми?
18. Что такое вырожденный бозе-газ?
19. Получить формулу для спектрального распределения энергии черного излучения (формулу Планка).
20. Чем отличается выражение для теплоемкости твердых тел в модели Эйнштейна от Дебая.
21. Показать статистическую независимость флуктуаций энтропии и давления.
22. Получить выражение для средних квадратов флуктуаций энтропии и давления.
23. Какой вид имеет формула Пуассона для распределения вероятностей числа частиц.

7.2.3. Примерные контрольные тесты для текущего и итогового контроля подготовленности студентов по курсу.

1. Уравнение адиабаты имеет вид:
1) $PT^\gamma = const$, 2) $PT^\gamma = const$, 3) $SV^\gamma = const$, 4) $PV^{-\gamma} = const$, 5) $VP^{-\gamma} = const$.
2. Пользуясь свойствами якобианов можно получить:

$$1) \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = \frac{C_V}{C_P} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T, \quad 2) \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = \frac{C_P}{C_V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T, \quad 3) \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = \frac{C_P}{\partial V} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T,$$

$$4) \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = \frac{C_P}{C_V} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S, \quad 5) \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = \frac{C_V}{C_P} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_V.$$

3. Что означает аддитивная термодинамическая величина.

- 1) величина, которая сохраняется.
- 2) величина, которая зависит от числа частиц системы.
- 3) величина, которая уменьшается при уменьшении количества вещества
- 4) величина, которая изменяется во столько раз, во сколько изменяется количество вещества.
- 5) величина, которая определяет стационарное состояние системы.

4. Гетерогенные системы это:

- 1) системы, которые состоят из одинаковых тел, которые находятся в различных состояниях.
- 2) системы, состоящие из нескольких однородных или гомогенных тел, таких, что внутри систем имеются разрывы непрерывности в изменении их свойств.
- 3) системы, состоящие из нескольких однородных тел, так что внутри систем нет разрыва непрерывности в изменении их свойств.
- 4) системы, свойства которых не меняются при изменении внутренних параметров.
- 5) системы, внутри которых свойства изменяются непрерывно при переходе от одного места к другому.

5. Уравнение второго начала термодинамики имеет вид:

$$1) \delta Q = dE + \delta A, \quad 2) \delta Q = TdS, \quad 3) \delta Q = dE + \sum_i A_i da_i, \quad 4) C_P - C_V = \nu R,$$

$$5) TdS = dE + \sum_i A_i da_i$$

6. Основное неравенство термодинамики записывается в виде:

$$1) TdS > dE + \sum_i A_i da_i, \quad 2) TdS \leq dE + \sum_i A_i da_i, \quad 3) \delta Q \geq dE + \delta A,$$

$$4) TdS \geq dE - \delta A, \quad 5) TdS \geq dE + PV.$$

7. Внутренняя энергия является термодинамическим потенциалом в переменных: 1) P, V 2) P, T 3) S, T 4) S, V 5) S, P .

8. Имеет место соотношение между производными термодинамических величин:

$$1) \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_S, \quad 2) \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P, \quad 3) \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V, \quad 4) \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V.$$

9. Можно написать, что:

$$1) \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T, \quad 2) \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T, \quad 3) \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_T,$$

$$4) \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T, \quad 5) \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T.$$

10. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для энергии имеет вид:

$$1) E = F - T\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V, \quad 2) E = F + T\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V, \quad 3) E = F - \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_P, \quad 4) E = F + \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_P,$$

$$5) E = F - \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V.$$

11. Можно показать, что:

$$1) \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V, \quad 2) \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2}\right)_V, \quad 3) \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = \frac{\partial^2 P}{\partial T^2},$$

$$4) \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = T\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}, \quad 5) \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = T\frac{\partial^2 P}{\partial T^2}.$$

12. Определить уравнение адиабаты для газа Ван-дер-Ваальса

$$1) (V - b)\exp\left(-\frac{C_V}{T}\right) = const, \quad 2) (V - b)^R \exp\left(-\int_0^T \frac{C_V}{T}\right) = const,$$

$$3) (V - b)^R \exp\left(-\frac{E}{T}\right) = const, \quad 4) (V - b)^R \exp(-C_V)dT = const,$$

$$5) (V - b)^R \exp\left(-\int_0^T \frac{C_V}{T}\right)dT = const.$$

13. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы записывается в виде:

$$1) S = S' + S'', \quad 2) S_1 = S_2, \quad 3) T_1 = T_2, \quad 4) P_1 = P_2, \quad \mu_1(P, T) = \mu_2(P, T)$$

14. Матрица устойчивости равновесия имеет вид:

$$1) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta S \\ \Delta V & \Delta P \end{vmatrix} > 0, \quad 2) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta P \\ \Delta V & \Delta S \end{vmatrix} > 0, \quad 3) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta S \\ \Delta V & \Delta P \end{vmatrix} < 0, \quad 4) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta P \\ \Delta S & \Delta V \end{vmatrix} < 0, \quad 5) \begin{vmatrix} \Delta S & \Delta T \\ \Delta E & \Delta P \end{vmatrix} > 0$$

15. Можно написать соотношение.

$$1) \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad 2) \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad 3) \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P$$

$$4) \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = - \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad 5) \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = T \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V$$

16. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса имеет вид:

$$1) \frac{dP}{dT} = \frac{S_2 - S_1}{P_2 - P_1}, \quad 2) \frac{dP}{dT} = \frac{S_2 - S_1}{V_2 - V_1}, \quad 3) \frac{dP}{dT} = \frac{g_2 - g_1}{S_2 - S_1}, \quad 4) \frac{dP}{dT} = T \frac{g_2 - g_1}{S_2 - S_1},$$

$$5) \frac{dP}{dT} = T \frac{S_2 - S_1}{g_2 - g_1}.$$

17. Работа на единицу объема изотропного магнетика, совершаемая при изменении в нем индукции поля, равна:

$$1) \delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{H} d\vec{B}), \quad 2) \delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{B} d\vec{H}), \quad 3) \delta A = -\frac{1}{4\pi} (\vec{H} d\vec{B}),$$

$$4) \delta A = -\frac{1}{4\pi} (\vec{B} d\vec{H}), \quad 5) \delta A = (\vec{B} d\vec{H}).$$

18. Химический потенциал μ можно определить как:

$$1) \mu = \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{P,S} \quad 2) \mu = \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{V,T} \quad 3) \mu = \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{S,V} \quad 4) \mu = \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{P,S} \quad 5) \mu = \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{S,T}$$

19. Химический потенциал это есть:

- 1) энергия, приходящая на единицу объема системы.
- 2) термодинамический потенциал, приходящаяся на одну частицу системы из одинаковых частиц.
- 3) энергия, отнесенная к одной частице любой системы.
- 4) внутренняя энергия, отнесенная к частицам системы.
- 5) термодинамический потенциал, отнесенный ко всей системе.

20. Под фазовым переходом 2 рода мы понимаем:

- 1) переход, при котором скачкообразно изменяется теплоемкость системы, а коэффициент теплового расширения нет.
- 2) переход, при котором скачкообразно изменяется первые производные термодинамического потенциала.
- 3) переход, при котором скачкообразно изменяется как первые, так и вторые производные термодинамического потенциала.
- 4) переход, при котором скачкообразно изменяется объем системы.

5) переход, при котором скачкообразно изменяется как энтропия, так и объем.

21. Под фазовым переходом 1 рода понимается.

- 1) переход из жидкого состояния в газообразное при температуре кипения.
- 2) переход из твердого состояния в жидкое при точке плавления.
- 3) переход, при котором скачкообразно изменяется энтропия системы.
- 4) переход, при котором скачкообразно изменяются первые производные термодинамического потенциала Φ .
- 5) переход, при котором скачкообразно изменяются вторые производные энтропии системы.

22. Пользуясь свойствами Якобианов можно получить

1) $1) \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = T \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P, \quad 2) \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{C_p}{C_v} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T, \quad 3) \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{C_v}{C_p} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T,$
4) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{C_p}{C_v} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T.$

23. Модуль упругости определяется как:

1) $K = \frac{\partial P}{\partial V}, \quad 2) K = -\frac{\partial P}{\partial V}, \quad 3) K = -V \frac{\partial P}{\partial V}, \quad 4) K = \frac{\partial V}{\partial P}, \quad 5) K = -\frac{\partial V}{\partial P}.$

24. Уравнение первого начала термодинамики записывается в виде:

1) $Q = U + A, \quad 2) \delta Q = \delta U + \delta A, \quad 3) \delta Q = dU + dA, \quad 4) \delta Q = dU + \delta A, \quad 5) \delta Q = dU - \delta A.$

25. Вычислить $C_p - C_v$ для газа Ван-дер-Ваальса

1) $\frac{R}{1 - 2a(V - b)^2} \setminus RTV^3, \quad 2) \frac{R}{1 - 2a(V - b)^2}, \quad 3) \frac{R}{2a(V - b)^2} RTV^3, \quad 4) \frac{R}{1 - 2a(V - b)^3}, \quad 5) \frac{RTV^3}{2a(V - b)^2}.$

26. Какова связь между Ω и F ?

1) $\Omega = F + PV, \quad 2) \Omega = F - PV, \quad 3) \Omega = F + \mu N, \quad 4) \Omega = F - \mu N, \quad 5) \Omega = F + TS.$

27. Большой термодинамический потенциал является функцией переменных.

1) $T, P, \mu, \quad 2) T, V, N, \quad 3) T, V, \mu, \quad 4) T, S, \mu, \quad 5) T, S, N.$

28. Показать, что в системе с $S = const$ и $P = const$ равновесие наступает:

- 1) при минимуме H , 2) при максимуме H , 3) при минимуме E , 4) при максимуме E , 5) при минимуме Φ .

29. Элементарная работа на единицу объема диэлектрика, совершаемая при движении зарядов, создающих в нем поле, равно

$$1) \delta A = \frac{1}{4\pi}(\vec{D}, d\vec{E}), \quad 2) \delta A = -\frac{1}{4\pi}(\vec{E}, d\vec{D}), \quad 3) \delta A = \frac{1}{4\pi}(\vec{E} + \vec{D}),$$

$$4) \delta A = \frac{1}{4\pi}(\vec{E}, d\vec{D}), \quad 5) \delta A = -\frac{1}{4\pi}(\vec{E} + \vec{D}).$$

30. Энтропия системы является:

- 1) функций состояния системы,
- 2) функций процесса,
- 3) характеристика равновесия системы,
- 4) определяет устойчивое равновесие системы,
- 5) определяют состояние системы.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

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

а) основная литература:

1. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 1. Теория равновесных систем. Термодинамика Т 1. Изд-во: Либроком. 2012 г.
2. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 2. Теория равновесных систем. Статистическая физика. Изд-во: Эдиториал УРСС. 2010 г.
3. Базаров И.П. Термодинамика. Изд-во: Лань. 2010 г.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика ч.1 М.: Физматлит, 2010 г.

б) дополнительная литература:

1. Михнев Л.В. Термодинамика и статистическая физика [Электронный ресурс] : практикум / Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 125 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69442.html> (12.10.2018)
2. Кубо Р. Статистическая механика. Современный курс с задачами и решениями. Изд-во: КомКнига. 2007 г.
3. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 3: Теория неравновесных систем. Изд-во: Эдиториал УРСС. 2011г.
4. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 4: Квантовая статистика. Изд-во: КомКнига. 2010 г
5. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Изд-во НГУ, Сиб. унив. изд-во, 2001. - 608 с.
6. Караваев Г. Ф., Герасимов В. В. Основы термодинамики и статистической физики в задачах с решением. Изд-во: Феникс. 2012 г.
7. Варикаш В.М., Болсун А.И., Аксенов В.В. Сборник задач по статистической физике. Изд-во: Эдиториал УРСС. 2011 г.
8. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и стат. физике, М.: изд. «Высшая школа», 1997
9. Гладков С. О. Сборник задач по теоретической и математической физике Изд-во: ФИЗМАТЛИТ. 2010 г.

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

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

- Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
- Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

Также по данной дисциплине подготовлен электронный курс лекций размещенный на сайте ДГУ.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.