

**Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования Московской области «Международный  
университет природы, общества и человека «Дубна»  
(университет «Дубна»)  
Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра «Ядерная физика»**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И**  
**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯДЕР»**

**направления 011700 «Физика»**

**Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»**

г. Дубна, 2011 г.

УМК разработан \_\_\_\_\_ к. ф.-м. н. доцентом Ю. А. Музыкай \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество разработчиков)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Протокол заседания кафедры **ядерной физики** № \_\_\_\_\_ от “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой д. ф.-м. н. профессор / \_\_\_\_\_ / Оганесян Ю.Ц.

Декан факультета естественных и инженерных наук \_\_\_\_\_ / А.С. Деникин /  
(подпись) (фамилия,  
имя, отчество)

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Проректор по учебной работе

к.х.н., доцент С.В. Моржухина

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

## Оглавление

<b>ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА</b> .....	4
<b>КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)</b> .....	5
<b>1. Выписка из ГОС ВПО</b> .....	10
<b>2. Аннотация</b> .....	10
<b>3. Цели и задачи дисциплины.</b> .....	11
<b>4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.</b> .....	11
<b>5. Объём дисциплины и виды учебной работы (час):</b> .....	12
<b>6. Разделы (темы) дисциплины.</b> .....	12
Содержание разделов дисциплины .....	12
Семинары (практические занятия).....	13
<b>7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.</b> .....	13
Дополнительная литература: .....	13
Периодические издания:.....	14
Справочные ресурсы и материалы в Интернет:.....	14
<b>8. Материально-техническое обеспечение дисциплины</b> .....	14
<b>9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины</b> .....	15
Вопросы к зачету .....	15
<b>10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины</b> .....	15
Методические рекомендации преподавателю .....	15
Методические указания студентам .....	15

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс изучается на 5 курсе в 9 семестре

Целью курса «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» является углубление основных понятий, современных представлений о составном ядре, образующемся при ядерных реакциях и методов расчета различных характеристик распада составного ядра.

В ходе изучения данного курса студент должен изучить свойства низкоэнергетических ядерных реакций, идущих при столкновении атомных ядер с нейтронами и ядрами.

При разработке учебно-методического комплекса курса «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» особое внимание уделялось тому, чтобы ее содержание было ориентировано на изложение материала с учетом современного состояния предмета, а также с использованием современных компьютерных и Интернет технологий при организации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

По содержанию данная дисциплина является продолжением изученных в рамках подготовки бакалавров раздела «Ядерная физика» естественно-научной дисциплины «Общая физика», дисциплин специализации «Теория атомных ядер и ядерные модели», и «Специальный семинар по физике ядра и ядерным реакциям» и связана с изучаемой одновременно дисциплиной «Ядерные реакции с тяжелыми ионами».

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)

проректор.....С.В.Моржухина

Учебно-методическая карта дисциплины «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер»

“.....”.....2012г.

Кафедра Ядерной физики.....направление: Физика.....курс.....5...семестр...9...2012/2013 учебного года, учебный план 2012г.

Номера и даты недель	Виды и содержание учебных занятий						Практические занятия ( час .1 в неделю)	Лабораторные работы ( час. в неделю)		Самостоятельная работа студентов			
	Лекции ( 1 час. в неделю)*			Самостоятельное изучение									
	Даты лекций	Часы	Содержание	Исполз. ТСО*	Содержание и раздел учебника (глава, параграф)	Форма контроля		№	Название	Вид задания.	Содержание	Часы	Форма контроля
1 нед.		2	Вводная лекция. Необходимые сведения из термодинамики и статистической физики		5	К					Элементы термодинамики	2	К
2 нед.		2					Элементы термодинамики и статистической физики			А	Элементы статистической физики	2	К
3 нед.		2	Составное ядро		4, гл. 4 § 5-11.	К					Составное ядро	3	К
4 нед.		2					Свойства составного ядра			А	Составное ядро	3	К
5 нед.		2	Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура.		4, гл. 4 § 5-11.	К					Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура	3	К
6 нед.		2					Плотность уровней составного ядра в модели Ферми-газа			А	Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура	3	К
7 нед.		2	Испарение частиц из составного ядра.		4, гл. 4 § 5-11.	К					Испарение частиц из составного ядра.	3	К
8 нед.		2					Испарение частиц из составного ядра в моделях Вайскопфа – Эвинга и Хаузера – Фешбаха.			А	Испарение частиц из составного ядра.	3	К
9 нед.		2	Деление составного ядра		4, гл. 4 § 5-11.	К					Деление составного ядра	3	К

10 нед.	2			6		Деление составного ядра в модели Бора-Уиллера		А	Деление составного ядра	3	К	
11 нед.	2	Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра		4, гл. 4 § 5-11.	К				Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра	3	К	
12 нед.	2					Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра		А	Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра	3	К	
13 нед.	2	Угловые распределения осколков деления		4, гл. 4 § 5-11.	К				Угловые распределения осколков деления	3	К	
14 нед.	2					Угловые распределения осколков деления		А	Угловые распределения осколков деления	3	К	
15 нед.	2	Предравновесный распад		4, гл. 4 § 5-11.	К				Предравновесный распад	3	К	
16 нед.	2					Предравновесный распад		А	Предравновесный распад	3	К	
17 нед.	1	Мультифрагментация		4, гл. 4 § 5-11.	К	Мультифрагментация		А	Мультифрагментация.	3	К	
									А Л	Всего	49	
									Р, Т П	Всего		Зачет

### Учебная литература (обязательная)

№	Название, автор, год издания	Примечания
1	К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика (в трех томах), Т.2. Физика ядерных реакций. СПб., Издательство Лань, 2008	
2	Б.С.Ишханов, Н.П.Юдин, Частицы и атомные ядра, М. Изд. ЛКИ, 2007.	
3	А.К. Шевелев Структура ядра. - М.: КомКнига, 2006.	
4	Ю.М. Широков и Н.П. Юдин. Ядерная физика. М.: Наука, 1972	
5	Иродов И.Е. Физика макросистем: Основные законы: Учебное пособие для вузов / - М.: Физматлит; : Лаборатория Базовых Знаний; СПб.: Невский Диалект, 2001. - 200с	

"Утверждаю"

Дата 01.09.2012 г. Лектор \_\_\_\_\_ Музыка Ю.А..\_\_ Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Оганесян Ю.Ц.

Виды заданий:

А – задание к практич. занятиям  
Л – задание к лабор. занятиям  
Р – расчетное задание  
Т – типовой расчет  
П – курсовой проект  
К – контрольная или проверочная работа

Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования Московской области  
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»  
(университет «Дубна»)  
Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра «Ядерная физика»

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Моржухина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**«СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И  
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯДЕР»**

направления **011700.68 Физика**

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: \_\_\_\_\_ *магистр* \_\_\_\_\_

Курс (семестр): 5 курс, 9 семестр

г. Дубна, 2011 г.

Автор программы:  
Музычка Ю.А.  
кандидат физико-математических наук  
доцент кафедры «Ядерная физика» \_\_\_\_\_

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки 011200.68 Физика

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Ядерная физика»

Протокол заседания № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Оганесян Ю.Ц. /

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета естественных и инженерных наук \_\_\_\_\_ / Деникин А.С. /

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

Руководитель библиотечной системы \_\_\_\_\_ / Черепанова В.Г. /  
(подпись) (ФИО)



## Содержание

<b>1. Выписка из ГОС ВПО</b> .....	10
<b>2. Аннотация</b> .....	10
<b>3. Цели и задачи дисциплины.</b> .....	11
<b>4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.</b> .....	11
<b>5. Объём дисциплины и виды учебной работы (час):</b> .....	12
<b>6. Разделы (темы) дисциплины.</b> .....	12
Содержание разделов дисциплины .....	12
Семинары (практические занятия).....	13
<b>7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.</b> .....	13
Дополнительная литература: .....	13
Периодические издания:.....	14
Справочные ресурсы и материалы в Интернет:.....	14
<b>8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.</b> .....	14
<b>9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.</b> .....	15
Вопросы к зачету .....	15
<b>10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.</b> .....	15
Методические рекомендации преподавателю .....	15
Методические указания студентам .....	15

## 1. Выписка из ГОС ВПО

Выписка из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Специальность 010700 Физика. Квалификация – физик. Регистрационный N 177 ен/маг (утв. Минобразованием РФ 17.03.2000г.).

### 1.5 Аннотированный перечень магистерских программ:

#### 510401 - Физика ядра и элементарных частиц

Источники, методы регистрации и измерения физических характеристик ядер и элементарных частиц. Взаимодействия частиц. Ядерные реакции и реакторы. Ускорители. Экспериментальное изучение фундаментальных явлений физики микромира. Современные теоретические представления и математические методы исследований в физике ядра и элементарных частиц. Практика научной работы.

#### Требования к обязательному минимуму содержания специализированной подготовки

СДМ.00	<b><u>Специальные дисциплины</u></b>	<b><u>800</u></b>
СДМ.01	<b>Специальный физический практикум</b> Лабораторные работы, связанные с изучением экспериментальными методами фундаментальных эффектов и явлений по областям физики в соответствии с перечнем магистерских программ.	160
СДМ.02 и т.д.	Состав и содержание <b>специальных дисциплин</b> определяется требованиями специализации магистра физики при реализации конкретной магистерской программы	500

## 2. Аннотация

*Место курса в профессиональной подготовке магистров*

Дисциплина «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» относится к циклу специальных дисциплин. До данной дисциплины студенты изучили бакалаврские курсы: раздел «Ядерная физика» естественно-научной дисциплины «Общая физика» и дисциплины специализации «Теория атомных ядер и ядерные модели» и «Специальный семинар по физике ядра и ядерным реакциям». По содержанию она связана с изучаемой одновременно дисциплиной «Ядерные реакции с тяжелыми ионами».

*Методы обучения (в т.ч. инновационные)*

Преподавание дисциплины «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» предусматривает активное использование следующих методов обучения: мультимедийных презентаций; в т.ч. инновационных методов: использованием образовательных Интернет-ресурсов.

### *Требования к студентам*

В качестве входных знаний студенты должны владеть основными законами термодинамики, статистической и квантовой физики.

*Виды контроля и формы работ студентов:*

практические (семинарские) занятия, итоговый контроль – зачет.

*Методика формирования результирующей оценки.*

Для оценки результатов деятельности студента по изучению дисциплины используется четыре показателя:

- участие в аудиторной работе,
- посещение занятий,
- выполнение заданий к практическим занятиям,
- уровень ответов на зачетные вопросы.

### **3. Цели и задачи дисциплины.**

#### **Цели освоения дисциплины:**

- приобретение знаний об экспериментальных свойствах и теоретических моделях составного ядра, образующегося при ядерных реакциях;
- ознакомление с основными методами расчета термодинамических характеристик составного ядра и каналах его распада.

#### **Задачи освоения дисциплины:**

- освоение методов расчета угловых и энергетических распределений частиц, испущенных составным ядром и продуктов его деления;
- изучение общих свойств низкоэнергетических ядерных реакций, идущих с образованием составного ядра;
- практическое ознакомление с типичными примерами ядерных реакций идущих с образованием составного ядра.

### **4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** экспериментальные свойства и теоретические модели составного ядра, образующегося при ядерных реакциях.

**Уметь:** объяснять свойства расчета угловых и энергетических распределений частиц, испущенных составным ядром и продуктов его деления.

**Владеть навыками:** вычисления плотности уровней, энергии возбуждения и других характеристик составного ядра,.

**Приобрести опыт деятельности:** практической работы по применению статистической теории для анализа угловых и энергетических распределений частиц, испущенных составным ядром и продуктов его деления.

## 5. Объем дисциплины и виды учебной работы (час):

Вид занятий	Всего часов	Семестр
		А (10)
Общая трудоемкость	83	83
Аудиторные занятия:	34	34
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Самостоятельная работа:	49	49
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	зачет

## 6. Разделы (темы) дисциплины.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Лк	ПЗ (С)	СР
1	Введение. Необходимые сведения из статистической физики.	2	2	4
2	Составное ядро	2	2	6
3	Плотность уровней составного ядра	2	2	6
4	Испарение частиц из составного ядра.	2	2	6
5	Деление составного ядра	2	2	6
6	Угловые распределения	4	4	12
7	Предравновесный распад и мультифрагментация	3	3	9
Всего		17	17	49

### Содержание разделов дисциплины

#### 1. Введение. Необходимые сведения из статистической физики.

Необходимые сведения из статистической физики: функции распределения, температура, плотности уровней.

#### 2. Составное ядро

Составное ядро. Гипотеза Н.Бора о независимости образования и распада составного ядра. Образование составного ядра.

#### 3. Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура.

Фазовое пространство и плотность уровней составного ядра. Роль квазичастичных состояний. Формулы для плотности уровней. Параметр плотности уровней. Влияние оболочечных эффектов. Ядерная температура.

#### 4. Испарение частиц из составного ядра

Испарение частиц из составного ядра. Модель Вайскопфа – Эвинга. Испарительная модель Хаузера – Фешбаха.

#### 5. Деление составного ядра

Переходные состояния. Вероятность деления составного ядра. Модель Бора-Уиллера.

### 6. Угловые распределения

Зависимость плотности состояний от углового момента. Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра. Угловые распределения осколков деления.

### 7. Предравновесный распад и мультифрагментация

Предравновесный распад. Экситонная модель. Мультифрагментация

#### Семинары (практические занятия)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование семинаров (практических занятий)	Кол-во ч.
С1	1	Элементы статистической физики	2
С2	2	Плотность уровней составного ядра в модели Ферми-газа	2
С3	3	Испарение частиц из составного ядра в моделях Вайскопфа – Эвинга и Хаузера – Фешбаха.	2
С4	4	Деление составного ядра в модели Бора-Уиллера	2
С5	5	Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра	2
С6	6	Угловые распределения осколков деления	4
С7	7	Предравновесный распад	2
С8	7	Мультифрагментация	1

#### 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

1. К.Н. Мухин. "Экспериментальная ядерная физика" (в 3-х т.), Т.2. Физика ядерных реакций. СПб., Издательство Лань., 2008
2. Ишханов Б. С., Капитонов И. М., Юдин Н. П.. "Частицы и атомные ядра", М., Издательство ЛКИ, 2007.
3. Шевелев А. К. Структура ядра / М.: КомКнига, 2006. - 312с.
4. Широков Ю. М., Юдин Н. П.. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.
5. Иродов И.Е. Физика макросистем: Основные законы: Учебное пособие для вузов / - М.: Физматлит; : Лаборатория Базовых Знаний; СПб.: Невский Диалект, 2001. - 200с.

#### Дополнительная литература:

1. Субатомная физика: Вопросы. Задачи. Факты: Учебное пособие / Под.ред. Б.С.Ишханова. - М.: Издательство Московского университета, 1994. - 224с
2. Поликанов С.М. Изомерия формы атомных ядер / Поликанов Сергей Михайлович. - М.: Атомиздат, 1977. - 200с.
3. Калинин Б.Н. Некоторые вопросы теории ядра и ядерных реакций / Калинин Б.Н. - Алматы, 2011. - 202с.
4. Бете Г. Элементарная теория ядра / Бете Г., Моррисон Ф.; Пер.с англ. О.А.Владимировой; Под ред. В.Б.Берестецкого. - М.: Иностранная литература, 1958. - 356с.
5. Валантэн Л. Субатомная физика: ядра и частицы: В 2 т. Т.2 : Дальнейшее развитие / Валантэн Люк; Пер.с фр. Н.Н. Колесникова. - М.: Мир, 1986. - 336с.
6. Экспериментальная ядерная физика: Пер.с англ. Т.2 / Под ред. Э.Сегре. - М.: Издательство иностранной литературы, 1955. - 494с

7. Персесов Э.А. Основные законы атомной и ядерной физики: Учебное пособие / Персесов Эдуард Аристаркесович. - М.: Высшая школа, 1988. - 288с.
8. Ядерная энциклопедия / Авт.и гл.ред. А.А.Ярошинская. - М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. - 656с.
9. Адлер И. Внутри ядра / Адлер Ирвинг; Пер.с англ. Г.А.Васильева, В.А.Кучеряева, Ю.В.Орлова. - М.: Атомиздат, 1968. - 152с.
10. Робертсон Б. Современная физика в прикладных науках / Робертсон Б.; Пер.с англ. под ред. Е.М.Лейкина. - М.: Мир, 1985. - 272с.
11. Орир Дж. Физика: Полный курс. Примеры, задачи, решения: Учебник / Орир Джей; Пер.с англ.и науч.ред. Ю.Г.Рудого, А.В.Беркова. - М.: КДУ, 2011. - 752с.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5, Атомная и ядерная физика. М.- ФИЗМАТЛИТ, 2011.
13. : Киттель Ч. Статистическая термодинамика. - М.: Наука, 1977. - 336
14. Ландау Л.Д. Статистическая физика: Учебное пособие для вузов. Ч.1 / Ландау Лев Давидович, Лифшиц Евгений Михайлович; Под ред. Л.П.Питаевского. - 5-е изд.,стер. - М.: Физматлит, 2002. - 616с.:
15. Ландау Л.Д. Статистическая физика: Учебное пособие для вузов. Ч.2 : Теория конденсированного состояния / Ландау Лев Давидович, Лифшиц Евгений Михайлович; Под ред. Л.П.Питаевского. - 4-е изд.,испр. - М.: Физматлит, 2002. - 496с.:
16. Московский С.Б. Курс статистической физики и термодинамики: Учебник для вузов / Московский Сергей Борисович; Ярославский государственный педагогический университет им.К.Д.Ушинского. - М.: Академический проект; : Фонд "Мир", 2005. - 320с
17. Румер Ю.Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика: Учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / Румер Юрий Борисович, Рывкин Моисей Шоломонович. - 2-е изд.,испр.и доп. - М.: Наука, 1977. - 552с
18. Рейф Ф. Статистическая физика / Рейф Ф.; Пер.с англ.под ред. А.И.Шальникова и А.О.Вайсенберга. - 2-е изд.,стер. - М.: Наука, 1977. - 352с
19. Климонтович Ю.Л. Статистическая физика: Учебное пособие / Климонтович Юрий Львович. - М.: Наука, 1982. - 608с
20. Васильев А.М. Введение в статистическую физику: Учебное пособие для вузов / Васильев Андрей Михайлович. - М.: Высшая школа, 1980. - 272с.:
21. Терлецкий Я.П. Статистическая физика: Учебное пособие для вузов / Терлецкий Яков Петрович. - 3-е изд.,испр.и доп. - М.: Высшая школа, 1994. - 350с.:

#### **Периодические издания:**

1. Успехи физических наук/ Учредитель: РАН; Гл.ред. Л.В.Келдыш. - М.: Успехи физических наук. - Журнал, выходит 1 раз в месяц. - Основан в 1918 году. - См. электронные версии статей: <http://ufn.ru/ru/articles/>.
2. Ядерная физика / Учредитель: РАН; Гл.ред. Ю.Г. Абов. - М. : Наука. - Журнал, выходит 1 раз в месяц. - Основан в 1965 году.

#### **Справочные ресурсы и материалы в Интернет:**

1. <http://nrv.jinr.ru/nrv>
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Электронное учебное пособие по курсу «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» Музыка Ю.А.2009г.
2. мультимедийный проектор;

3. иллюстративный материал в форме компьютерных презентаций и образовательных материалов из Интернет;

## **9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **Вопросы к зачету**

1. Составное ядро. Гипотеза Н.Бора о независимости образования и распада составного ядра. Образование составного ядра.
2. Фазовое пространство и плотность уровней составного ядра. Роль квазичастичных состояний.
3. Формулы для плотности уровней.
4. Параметр плотности уровней. Влияние оболочечных эффектов. Температура.
5. Испарение частиц из составного ядра. Модель Вайскопфа – Эвинга.
6. Испарительная модель Хаузера – Фешбаха.
7. Переходные состояния. Вероятность деления составного ядра. Модель Бора-Уиллера.
8. Зависимость плотности состояний от углового момента
9. Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра
10. Угловые распределения осколков деления.
11. Предравновесный распад. Экситонная модель
12. Мультифрагментация

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **Методические рекомендации преподавателю**

Полезность изучения данного курса состоит в том, что, он базируется на основных понятиях и законах общей физики, термодинамики, статистической физики, квантовой теории. В процессе освоения студентами данного курса, закрепляется материал ранее пройденных курсов.

### **Методические указания студентам**

В силу большого объема изучаемого материала и ограниченного количества занятий работа студентов во многом должна быть самостоятельной. Допускается использование любой литературы и Интернет-ресурсов: материалов сайтов рекомендованных преподавателем и результатов поиска в различных системах. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из основных и дополнительных литературных источников и из Интернет. По каждой теме рекомендуется иметь краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания.

Владение курсом термодинамики, статистической физики и квантовой механики. Крайне желательно владение английским языком.