

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

---

У Т В Е Р Ж Д А Ю  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Моржухина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теоретическая физика**  
**модуль: СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**  
(наименование дисциплины)

**по направлению (специальности)**

140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»  
(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: *очная*

Уровень подготовки: *специалист*

Курс (семестр): *4 курс, 7 семестр*

г. Дубна, 2010г.

Программа дисциплины «Статистическая физика» по направлению (специальности) 140307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»: Учебная программа. Университет «Дубна», 2010 г.

Автор программы:

Красавин С.Е., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Биофизика»

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»  
(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Биофизика»  
(название кафедры)

Протокол заседания № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Красавин Е.А. / профессор .  
(подпись) (фамилия, имя, отчество) (ученое звание)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
(ученое звание)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание, ФИО)

\_\_\_\_\_  
(место работы, должность)

ОДОБРЕНО

Декан факультета \_\_\_\_\_ / А.С. Деникин /  
(подпись) (ФИО)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
(ученое звание)

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

<sup>1</sup> Если программа разработана обучающей кафедрой

# 1. Выписка из «ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»»

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
СП.07	“Радиационная безопасность человека и окружающей среды”	
СД. 01	Теоретическая физика	
	Статистическая физика: вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы.	104

## 2. Аннотация

Курс «Статистическая физика» входит в учебный план специалистов по направлению 140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» и изучается на четвертом курсе в седьмом семестре. Данная дисциплина состоит из трёх разделов – термодинамика, статистическая физика (равновесные системы), а также термодинамика и статистическая физика неравновесных систем. Для овладения предметом «Статистическая физика» студенту необходима активная самостоятельная работа, которая заключается в решении задач по данному курсу. Контроль за овладением материала осуществляется посредством проведения контрольных работ в достаточном количестве и опросов на практических занятиях.

## 3. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Статистическая физика» является неотъемлемой частью общей профессиональной подготовки специалистов в области материаловедения. Цель ее изучения состоит в ознакомлении слушателей с основными законами термодинамики, молекулярной физики и статистической физики в контексте их приложения к практической деятельности в области радиационной биофизики.

Курс включает в себя как теоретические лекции, так и практические занятия (семинары и контрольные работы). Особое внимание уделяется самостоятельной работе студентов по решению задач.

Проверка полученных знаний и навыков осуществляется в конце семестра в виде зачета по практической и по теоретической части курса.

## 4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Для освоения дисциплины студенты должны знать следующие предметы: **Теория вероятности:** случайная величина, сложение и умножение вероятностей, ряд распределений, функция распределения, плотность распределения, моменты, дисперсия, закон равномерной плотности, распределение Пуассона нормальный закон распределения, вероятное отклонение; **Математический анализ:** пределы, анализ бесконечно малых, дифференцирование и дифференцирование, криволинейные интегралы, двойные интегралы, числовые ряды, многомерные интегралы, функциональные ряды, признаки сходимости рядов, ряды Фурье; **Молекулярная физика:** идеальный и реальный газы, распределения Максвелла и Больцмана, основы термодинамики, циклические процессы, явления переноса, молекулярные явления в жидкостях и твердых телах; **Колебания и волны:** гармонический осциллятор, затухающие и вынужденные колебания, гармоники, гармонический анализ, волновые явления, принцип Гюйгенса, интерференция, дифракция, акустика; **Атомная и**

**ядерная физика:** строение атомов, боровские орбиты, термы, оптические переходы, правила отбора, спектроскопия, лазеры, лазерная спектроскопия, характеристическое (рентгеновское) излучение, альфа-, бета-, гамма-процессы, детекторы ядерных излучений, ядерные методы исследования материалов («меченые атомы», рентгено-флуоресцентный анализ, нейтроно-активационный анализ, ядерный магнитный резонанс).

**В результате изучения дисциплины студенты должны:**

**Знать:** свойства необратимых процессов приближения к термодинамическому равновесию, условия равновесия и устойчивости термодинамических систем, основы классической статистической физики равновесных и неравновесных систем.

**Уметь:** давать термодинамическое описание равновесного состояния макроскопических систем процессов, использовать основные уравнения статистической механики и термодинамики для описания различных явлений, определять область законов равновесной термодинамики и статистической механики

**Владеть:** логикой построения термодинамики на основе фундаментальных опытов, статистическими методами описания свойств вещества, математическими методами статистической физики

## 5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Всего часов	семестр
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>104</b>	<b>104</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Лк)	34	34
Практические занятия (ПЗ)		
Семинары (С)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат (эссе)		
Контрольная работа		
<b>Вид итогового контроля (зачет/экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

## 6. Разделы (темы) дисциплины

№ п/п	Наименование и содержание тем	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР	Самостоятельная работа студентов
1	Понятие квантового состояния. Замкнутые системы, Допустимые состояния, орбитали	2			2
2	Равные вероятности. Две системы в тепловом контакте, среднее по ансамблю	2	2		2
3	Определение энтропии, третий закон термодинамики, Понятие температуры	2	2		4
4	Стремление энтропии к возрастанию, аддитивность энтропии, второй закон термодинамики	2	2		4
5	Две системы в диффузионном контакте, химический потенциал	2	2		2
6	Фактор Гиббса, фактор Больцмана. Большая статистическая сумма, статистическая сумма	2	2		4
7	Понятие тепла и работа при фиксированном числе частиц, отрицательная температура	2	2		2
8	Цикл Карно, шкала Кельвина, термодинамическая температура	2	2		2
9	Фермионы и принцип Паули, Бозоны. Функция распределения Ферми- Дирака, функция распределения Бозе-Эйнштейна	2	2		2
10	Свободная энергия, Минимум свободной энергии при равновесии, Термодинамические потенциалы.	4	2		2
11	Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые превращения, системы в электрических и магнитных полях	2	2		2
12	Идеальный газ. Расчёт основных характеристик идеального газа	2	2		2
13	Реальные газы, модели реальных газов	2	2		2
14	Функция распределения Планка	4	4		2
15	Фононы в твёрдых телах, закон Дебая	2	4		2

## Практические занятия (семинары)

№ п.п.	№ разделов дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
1.	1	Понятие квантового состояния (решение задач)
2.	3	Понятие энтропии, второй и третий законы термодинамики (решение задач)
3.	5	Системы в диффузионном контакте (решение задач)
4.	6	Статистическая сумма, большая стат. сумма (решение задач)
5.	7	Понятие тепла и работа при фиксированном числе частиц, отрицательная температура (решение задач)
6.	8	Цикл Карно, термодинамическая температура (решение задач)
7.	9	Фермионы и принцип Паули, Бозоны. Функция распределения Ферми- Дирака, функция распределения Бозе-Эйнштейна (решение задач)
8.	10	Свободная энергия, Минимум свободной энергии при равновесии, Термодинамические потенциалы. (решение задач)
9.	11	Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые превращения, системы в электрических и магнитных полях (решение задач)
10.	12	Идеальный газ (решение задач)
11.	13	Реальные газы (решение задач)
12.	14	Функция распределения Планка (решение задач)

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика: Учебное пособие для вузов. Т. 1: Теория равновесных систем: Термодинамика. 2-е изд., существенно перераб. и доп. М.: Едиториал УРСС, 2002. – 240 с.: ил.
2. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика: Учебное пособие для вузов. Т. 2: Теория равновесных систем: Статистическая физика. 2-е изд., существенно перераб. и доп. М.: Едиториал УРСС, 2002. – 432 с.: ил.

### Дополнительная литература

1. Поливанов М.А. и др. Физические основы механики. Статистическая физика и термодинамика: учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. Гос. Технол. Ун-та, 2007. – 136 с. (<http://www.knigafund.ru/books/24173>).
2. Бурдаков В.П. и др. Термодинамика: учебное пособие для вузов. В 2 ч. Ч. 1. Основной курс. М.: Дрофа, 2009. – 479 с.: ил. (<http://www.knigafund.ru/books/38230>).
3. Бурдаков В.П. и др. Термодинамика: учебное пособие для вузов. В 2 ч. Ч. 2. Специальный курс. М.: Дрофа, 2009. – 361 с.: ил. (<http://www.knigafund.ru/books/38231>).
4. Калашников С.Г. Электричество: Учебное пособие для вузов. 6-е изд., стер. М.: Физматлит, 2004. - 624с.: ил.

### Технические и электронные средства обучения, иллюстрированные материалы

Ознакомительная экскурсия в Лабораторию теоретической физики им. Боголюбова Н.Н. ОИЯИ.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория, оборудованная экраном и прибором для демонстрации лекционного материала.

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

Занятия по курсу «Статистическая физика» проводятся в виде лекций и семинаров. В ходе Изучения дисциплины используются различные виды контроля студента: опросы, контрольные работы, решение задач на семинарах и в домашних условиях. Итоговая аттестация осуществляется в виде зачёта.

### Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на семинаре;
- решение практических задач и заданий на семинаре;
- выполнение самостоятельных работ;
- выполнение контрольных работ;
- выполнение домашних работ.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий контроль знаний, промежуточная и итоговая аттестации.

Текущий контроль знаний организуется путем краткого опроса по пройденному на предыдущем семинаре материалу и проверки домашних заданий и самостоятельных работ.

Промежуточная аттестация студентов проходит на 8-ой и 12-ой неделе семестра в виде контрольной работы. Контрольная работа состоит из 3-х задач разной степени сложности.

Итоговая аттестация проводится в виде зачета. Зачет проводится на 17-ой неделе семестра и формируется на основе текущего контроля успеваемости, сданных домашних заданий и контрольных работ, а также проведенного опроса.

### **Вопросы к зачету:**

1. Энтропия, третий закон термодинамики
2. Закон возрастания энтропии, второй закон термодинамики
3. Две системы в диффузионном контакте, химический потенциал.
4. Статистическая сумма, взаимодействие системы с термостатом, фактор Гиббса.
5. Связь давления с энтропией.
6. Необратимые процессы.
7. Цикл Карно, Шкала температур, шкала Кельвина .
8. Первый закон термодинамики.
9. Фермионы, функция распределения Ферми-Дирака.
10. Бозоны, функция распределения Бозе-Эйнштейна.
11. Энергия и энтропия одноатомного идеального газа.
12. Многоатомный идеальный газ, статистическая сумма многоатомного идеального газа.
13. Распределение Максвелла.
14. Флуктуации числа частиц и энергии одноатомного идеального газа.
15. Свободная энергия.
16. Термодинамический потенциал Гиббса.
17. Большой термодинамический потенциал.

18. Энтальпия.
19. Фазовые равновесия.
20. Фазовые переходы первого и второго рода.
21. Реальный газ. Уравнение Ван дер Ваальса.
22. Функция распределения Планка.
23. Фононы в твердых телах.