

Таджикский национальный университет
Физический факультет
Кафедра теоретической физики



СИЛЛАБУС (РАСШИРЕННАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)
ПО СПЕЦИАЛЬНОМУ КУРСУ ГИДРОДИНАМИКА
КВАНТОВЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ 3-ГО
КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ 31040103 – «ФИЗИКА»

Предмет: Гидродинамика квантовых жидкостей

3 курс, 6 семестр

Специальность: 31040103 – «физика»

Общее количество кредитов и учебных часов: 3 кредит (72 ч.)

лекция – 32 ч.

практическое занятие – 16 ч.

СРС – 24 ч.

Душанбе – 2023

Силлабус (расширенная рабочая программа) составлен доцентом кафедры теоретической физики Одилов О.Ш. для студентов 3-го курса специальности 31040103 – «физика».

Ф.И.О. преподавателя	Курс	3	Расписание занятий
Одилов Одина Шакарович	Семестр	6	
	Кредиты	3	
Адрес преподавателя: г. Душанбе, Таджикский национальный университет, «Студенческий городок», физический факультет.	Лекция	32	
	СРСП	16	
	СРС	24	
	Прием СРС		
	Форма итогового контроля	Экзамен	

Силлабус (расширенная рабочая программа) составлен на основе государственного стандарта высшего профессионального образования Республики Таджикистана, утверждённый Министерством образования и науки Республики Таджикистана 11.06.2005 г., Положение о кредитной системе обучения в высших учебных заведениях Республики Таджикистана (Постановление совета Министерство образования и науки Республики Таджикистана от 30.12.2016, № 19/24) и государственного образовательного стандарта специальности 31040103 – «физика».

Силлабус (расширенная рабочая программа) утвержден на заседании кафедры протокол № 7 от «27» 01 2023г.

Заведующий кафедрой

Одилов О.Ш.

Утверждена методическим советом физического факультета протокол № 5 от «28» 01 2023г.

Председатель НМС физического факультета



Истамов Ф.

ГЛАВА I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Спецкурс «Гидродинамика квантовых жидкостей» входит в учебный план специальности «физика» физического факультета и занимает особое место в формировании студента как высококвалифицированного специалиста. В ходе его преподавания предоставляется информация об основных понятиях и методах изучения классических и квантовых жидкостей.

1.2. Краткое описание предмета

Этот курс предоставляет конкретную информацию о явлениях сверхтекучести и сверхпроводимости, законах классической и квантовой гидродинамики..

1.3. Цель и задачи предмета

Целью преподавания предмета «Гидродинамика квантовых жидкостей» для студентов факультета «физика» является предоставление необходимых знаний о характеристиках явлений сверхтекучести и сверхпроводимости, а также изучение классических и квантовых жидкостей..

Задачи курса являются:

- краткие сведения об истории явлений сверхтекучести и сверхпроводимости;
- изучение механизма сверхтекучести и сверхпроводимости;
- явления скачка температуры на границе между сверхтекучим гелием и твердым телом;
- возбуждение и распространение звука в сверхтекучих жидкостях.

1.4. Препреквизиты: (связь дисциплины с другими предметами, осваиваемыми студентом) предметы освоенные студентом в период обучения в общеобразовательном учреждении среднего образования: биология, химия, математика, информатика.

1.5. Постреквизиты: (связь дисциплины с другими предметами, которые студент изучает в период обучения): теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика, статистическая физика и т.д.

1.6. Основные требования к разделам предмета и его изучению:

1.6.1. Требования к владению предметом (профессиональные навыки).

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать краткие сведения об истории явлений сверхтекучести и сверхпроводимости;
- освоить динамику классических и квантовых жидкостей;
- понимать суть постановки и решения граничных задач гидродинамики квантовых жидкостей;
- иметь представление о физическом картине мира;
- уметь решать поставленные физические задачи.

Форму урока – лекция, практические аудиторные занятия, подготовка докладов к конференцию, самостоятельная текущая работа, выполнение индивидуальных заданий для каждой темы

Методы обучения – решение заданий, подготовка докладов, выполнение самостоятельных работ, дискуссия, прием тестов и т.д.

ГЛАВА II. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО КУРСА

Общее количество кредитов 3 кредит (72 часов)

Аудиторные лекционно-теоретические занятия – 32 часов

Аудиторные практические занятия – 16 часов

Самостоятельные работы студентов – 24 часов

2.1. Общий календарный план темы учебного предмета

Содержание темы

№	Неделя	Наименование тем и параграфов	Аудиторные занятия			СРС	Всего	Литература
			Лекция	СРС	Спецлаб			
1.	I	Тема 1. Введение. Макроскопическое описание жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
2.	II	Тема 2. Уравнения гидродинамики и граничные условия идеальной жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
3.	III	Тема 3. Малые колебания в идеальной жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
4.	IV	Тема 4. Уравнения гидродинамики и граничные условия вязкой жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
5.	V	Тема 5. Задачи о вязкой жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
6.	VI	Тема 6. Квантовая жидкость. Условия возникновения и типы квантовых жидкостей.	2	1	-	1,5	4,5	
7.	VII	Тема 7. Квантовые жидкости в мезомире, космосе и микромире.	2	1	-	1,5	4,5	
8.	VIII	Тема 8. Энергетический спектр бозе-жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
9.	IX	Тема 9. Сверхтекучесть. Двухжидкостный модель.	2	1	-	1,5	4,5	
10.	X	Тема 10. Сверхтекучий ^4He (He II). Тепловые возбуждения в He II.	2	1	-	1,5	4,5	
11.	XI	Тема 11. Гидродинамические уравнения и граничные условия сверхтекучей жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
12.	XII	Тема 12. Звук в сверхтекучей жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
13.	XIII	Тема 13. Распространение звука в условиях торможения нормальной составляющей.	2	1	-	1,5	4,5	
14.	XIV	Тема 14. Квантовые вихри в He II.	2	1	-	1,5	4,5	
15.	XV	Тема 15. Сверхтекучесть электронной жидкости. Высокотемпературные сверхпроводники. Открытие и объяснение сверхтекучестью ферми-жидкости.	2	1	-	1,5	4,5	
16.	XVI	Сверхтекучий раствор He3-He4 .	2	1	-	1,5	4,5	
<i>Всего:</i>			32	16	-	24	72	

2.2. Содержание глав темы спецкурса

Тема 1. Введение. Макроскопическое описание жидкости.

Тема 2. Уравнения гидродинамики и граничные условия идеальной жидкости.

Тема 3. Малые колебания в идеальной жидкости.

Тема 4. Уравнения гидродинамики и граничные условия вязкой жидкости.

Тема 5. Задачи о вязкой жидкости.

Тема 6. Квантовая жидкость. Условия возникновения и типы квантовых жидкостей.

Тема 7. Квантовые жидкости в мезомире, космосе и макромире.

Тема 8. Энергетический спектр бозе - жидкости..

Тема 9. Сверхтекучесть. Двухжидкостная модель..

Тема 10. Сверхтекучий ^4He (He II). Тепловые возбуждения в He II.

Тема 11. Гидродинамические уравнения и граничные условия сверхтекучей жидкости.

Тема 12. Звук в сверхтекучей жидкости..

Тема 13. Распространение звука в условиях торможения нормальной составляющей.

Тема 14. Квантовые вихри в He II.

Тема 15. Сверхтекучесть электронной жидкости. Высокотемпературные сверхпроводники. Открытие и объяснение сверхтекучестью ферми-жидкости..

Тема 16. Сверхтекучий раствор He³-He⁴.

2.3. Содержание самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студента как его самостоятельное занятие в освоения образовательной программы спецкурса по темам и заданиям, полностью обеспечивается учреждением высшего профессионального образования (факультетом) учебно-методическими литературами и инструкциями. Самостоятельная работа студента в условиях реализации кредитной системы обучения осуществляется в двух формах:

- самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП);
- самостоятельная работа студента (СРС)

Содержание СРСП

Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя осуществляется в виде контрольных заданий, рефератов, домашних задания, презентаций собранных материалов, защиты курсовых работ (проектов), отчетов и др. и оценивается учителем.

Тема	Неделя	Содержание практических занятий (СРСП)
Тема 1. Введение. Макроскопическое описание жидкости.	1	Параметры жидкости и уравнение состояния.
Тема 2. Уравнения гидродинамики и граничные условия идеальной жидкости.	2	Звук в жидкостях.
Тема 3. Малые колебания в идеальной жидкости.	3	Цилиндрические и сферические волны.
Тема 4. Уравнения гидродинамики и граничные условия вязкой жидкости.	4	Граничные условия вязкой жидкости.
Тема 5. Задачи о вязкой жидкости.	5	Распространение звука в вязкой жидкости.
Тема 6. Квантовая жидкость. Условия возникновения и типы квантовых жидкостей.	6	Из истории сверхтекучести.
Тема 7. Квантовые жидкости в мезомире, космосе и макромире.	7	Сверхтекучести в атомных ядрах и сложных молекулах.
Тема 8. Энергетический спектр открытой жидкости.	8	Энергетический спектр бозе- жидкости.
Тема 9. Сверхтекучесть. Двухжидкостная модель.	9	Эксперименты с He II и его свойствами.
Тема 10. Сверхтекучий ⁴ He (He II). Тепловые возбуждения в He II.	10	Применение сверхпроводников
Тема 11. Гидродинамические уравнения и граничные условия сверхтекучей	11	Проблема получения и открытия высокотемпературной сверхпроводимости.

жидкости.		
Тема 12. Звук в сверхтекучей жидкости.	12	Свойства высокотемпературных сверхпроводников.
Тема 13. Распространение звука в условиях торможения нормальной составляющей.	13	К теории высокотемпературной сверхпроводимости.
Тема 14. Квантовые вихри в He II.	14	Другой пример сверхтекучих систем в космосе, мезомире и микромире. Сверхтекучесть в нейтронных звездах.
Тема 15. Сверхтекучесть электронной жидкости. Высокотемпературные сверхпроводники. Открытие и объяснение сверхтекучестью ферми-жидкости.	15	Сверхтекучесть ^3He .
Сверхтекучий раствор He 3 -He 4 .	16	Сверхпроводники в магнитном поле.

Содержание СРС

Самостоятельная работа студента (СРС) представляет собой активный и целенаправленный способ приобретения знаний, развития его продуктивных умений и навыков без активного участия в этом процессе преподавателя. Все виды самостоятельной работы студентов являются обязательными и контролируются. Самостоятельная работа студента обеспечивает подготовку студента к текущим урокам. Результат самостоятельной работы студента выражается в активном участии в лекционно-теоретических и практических занятиях, семинарах, лабораторных работах и сдаче зачетных и других форм. Оценка, полученная в результате самостоятельной работы студентов, является основанием для общей оценки усвоения ими учебных предметов. Подведение итогов и оценка самостоятельной работы студента проводится периодически в присутствии всех студентов академической группы. Результаты самостоятельной работы студента учитываются при проведении итоговой аттестации по учебному предмету.

Способы выполнения самостоятельной работы студента на основе образовательной программы Спецкурса «Гидродинамика квантовых жидкостей» и учебного плана данной специальности устанавливаются следующим образом:

Наименование темы	Задание	Срок выполнения	Выполнение заданий
Тема 1. Введение. Макроскопическое описание жидкости.	Домашнее задание: Сверхтекучий ^4He (He II). Открытие сверхтекучести. Тепловые возбуждения в He II.	Неделя 1	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 2. Уравнения гидродинамики и граничные условия идеальной жидкости.	Домашнее задание: Эксперименты в He II и её свойств.	Неделя 2	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 3. Малые колебания в идеальной жидкости.	Домашнее задание: Уравнение гидродинамики сверхтекучей жидкости и граничные условия.	Неделя 3	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы

Тема 4. Уравнения гидродинамики и граничные условия вязкой жидкости.	Домашнее задание: Звук в сверхтекучей жидкости.	Нееля 4	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 5. Задачи о вязкой жидкости.	Домашнее задание: Распространение звука при торможении нормальной компоненты.	Нееля 5	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 6. Квантовая жидкость. Условия возникновения и типы квантовых жидкостей.	Домашнее задание: Квантовые вихри в He II.	Нееля 6	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 7. Квантовые жидкости в мезомире, космосе и макромире.	Домашнее задание: Сверхтекучесть электронной жидкости. Высокотемпературные сверхпроводники. Открытие и объяснение сверхтекучести ферми- жидкости.	Нееля 7	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 8. Энергетический спектр открытой жидкости.	Домашнее задание: Сверхпроводники в магнитном поле.	Нееля 8	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 9. Сверхтекучесть. Двухжидкостная модель.	Домашнее задание: Эффект Джозефсона.	Нееля 9	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 10. Сверхтекучий ^4He (He II). Тепловые возбуждения в He II.	Домашнее задание: Применение сверхпроводников.	Нееля 10	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 11. Гидродинамические уравнения и граничные условия сверхтекучей жидкости.	Домашнее задание: Проблема получения и открытия высокотемпературной сверхпроводимости	Нееля 11	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 12. Звук в сверхтекучей жидкости.	Домашнее задание: Свойства высокотемпературные сверхпроводники.	Нееля 12	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 13. Распространение звука в условиях торможения нормальной составляющей.	Домашнее задание: К теории высокотемпературной сверхпроводимости.	Нееля 13	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 14. Квантовые вихри в He II.	Домашнее задание: Сверхтекучие растворы ^3He - ^4He .	Нееля 14	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 15. Сверхтекучесть электронной жидкости. Высокотемпературные сверхпроводники. Открытие и объяснение сверхтекучестью ферми-жидкости.	Домашнее задание: Сверхтекучесть в атомных ядрах и сложных молекулах.	Нееля 15	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 16. Сверхтекучий раствор He3-He4 .	Домашнее задание: Другой пример сверхтекучих систем в космосе, мезомире и микромире. Сверхтекучесть в нейтронных звездах	Нееля 16	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы

Второй промежуточный контроль

ГЛАВА III. КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ

К критериям оценки знаний относятся логичность изложения ответа, умение анализировать, активное участие на занятиях.

На результат оценки также будут влиять невыполнение задания, пропущенные без уважительных причин занятия, неподобающее поведение во время занятий.

При посещении занятий следует соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины.
3. Пропущенные занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.
4. Активно участвовать на занятиях, добросовестно выполнять все задания.
5. Согласно календарному графику учебного процесса вовремя сдавать все виды контрольных заданий.
6. Не выходить из аудитории без разрешения преподавателя.
7. Выключать сотовые телефоны и плееры.
8. Вести себя подобающе, соблюдать этику поведения в общественном месте.

Оценка, выставляемая за предмет, представляет собой сумму баллов, полученных в течение недели, и результата итогового экзамена. Очки начисляются следующим образом:

№	Форма контроля	Недели и минимальное количество баллов																ТЭ	Σ балл
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	За активность на лекциях	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		64
2	За выполненную работу (семинар, практику и т.д.)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		96
3	За выполненные работы СРС	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		40
4	В недели	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5		200
Всего																		100	300

Общий балл по предмету рассчитывается по следующей формуле:

$$ИЭ = \frac{ПЭ_1 + ПЭ_2}{2} \cdot 0,5 + ТЭ \cdot 0,5.$$

ИЭ – итоговый экзамен,

ПЭ – промежуточный экзамен,

ТЭ – текущий экзамен.

ГЛАВА IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Литература

1. Адаменко И.Н. Динамика квантовых и классических жидкостей. Киев, 1988. 120 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие. В 10 т. Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука. Физматлит. 1986. - 736 с.

3. Халатников И.М. Теория сверхтекучести – М.: Наука. 1971. - 320 с.
4. Тилли Д.Р., Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. М.: Мир. 1977. - 304 с.
5. Головашкин А.И. Высокотемпературные сверхпроводники керамики (обзор экспериментальных данных) // УФН. –1987. т. 152, вып. 4. с. 553-572.
6. Гинзбург В.Л., Киржниц Д.А. Высокотемпературная сверхпроводимость (обзор теоретических представлений) // УФН. –1987. т. 152, вып. 4. с. 575-582.