

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра электроэнергетики и физики

**УТВЕРЖДЕН**

на заседании кафедры электроэнергетики и  
физики 19 сентября 2024 г., протокол № 1



В. П. Максимов

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Б1.О.15.02 ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Уровень высшего образования  
**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки  
**16.03.01 Техническая физика**

Профиль (направленность) подготовки  
**Физика температурных процессов**

Квалификация  
**Бакалавр**

Южно-Сахалинск, 2024

## 1.Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4	ОПК-4 Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	ОПК-4.1 <b>Знать:</b> теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики. ОПК-4.2 <b>Уметь:</b> самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности ОПК-4.3 <b>Владеть:</b> Опытом самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований в избранной области технической физики, использования основных приемов обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	<b>Раздел 1. Элементы физической статистики</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
2.	Термодинамика и стат. физика	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
3.	Квантование фазового пространства.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
4.	Функция распределения для невырожденного и вырожденного газа.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
5.	Эффект Петелье. Детандер, расширение газов при постоянной энтропии	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
6.	<b>Раздел 2 Внутренняя структура твердых тел. Силы связи.</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Типы кристаллов.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Сопоставление различных видов связи.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	<b>Раздел 3 Механические свойства твердых тел при низких температурах</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Влияние низких температур на механические свойства твердых тел	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.

	Методы получения высоких давлений	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	<b>Итого 7 семестр</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	<b>Раздел 4 Тепловые свойства твердых тел при низких температурах</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Нормальные колебания решетки.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Теплоемкость твердого тела. Решеточная теплоемкость. Теплоемкость электронного газа.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Теплопроводность твердых тел.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	<b>Раздел 5 Электрические свойства твердых тел при низких температурах</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Электропроводность невырожденного и вырожденного газов.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Зависимость подвижности носителей заряда от температуры.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	<b>Раздел 6 Физические способы получения низких и сверхнизких температур</b>	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Физические основы охлаждения	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Дросселирование сжатого газа.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Десорбционное охлаждение.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Метод адиабатического размагничивания.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.
	Метод ядерного размагничивания.	ОПК-4	Опрос. дискуссия, тест, практическая работа. Презентация.

## 2.Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 3. Комплекты ФОС.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление По решению определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

3	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной(учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, проводит различные точки зрения, а также собственные взгляды по теме.	Темы рефератов
4	Зачет с оценкой	Итоговая форма оценки знаний.	Вопросы к зачету
5	Экзамен		Вопросы к экзамену

### 3.2. Темы практических работ

#### Темы и планы практических занятий

##### **Практическое занятие (в форме семинара) 1 (2 ч.) Тема «Введение в физику низких температур»**

**Вопросы для обсуждения:** дискуссия , примерные вопросы: Прогресс физики низких температур. Прогресс в криогенной технике. устный опрос , примерные вопросы: Электропроводность металлов и сплавов при низких и сверхнизких температурах. Экспериментальные температурные зависимости, приведенные в классической монографии О.В.Лоуносмаа.

##### **Практическое занятие 2, 3, 4 (6 ч.) Тема «Элементы физической статистики»**

**Вопросы для обсуждения:** Способы описания состояния коллектива. Невырожденные и вырожденные коллективы. Микрочастицы и коллектив. Классическая и квантовые статистики. Функция распределения. Число состояний для микрочастиц. Квантование фазового пространства. Плотность состояний. Критерий невырожденности идеального газа. Функция распределения для невырожденного газа. Функция распределения для вырожденного газа фермионов. Функция распределения для вырожденного.газа бозонов

##### **Практическое занятие 5, 6 (4 ч.) Тема «Внутренняя структура твердых тел. Силы Связи»**

**Вопросы для обсуждения:** Электропроводность металлов и сплавов при низких и сверхнизких температурах. Экспериментальные температурные зависимости. Дрейф электронов под действием внешнего поля. Время релаксации и длина свободного пробега. Удельная электропроводность проводника. Электропроводность невырожденного и вырожденного газов. Закон Видемана - Франца - Лоренца. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры. Влияние температуры на электропроводность чистых металлов. Электропроводность сплавов.

##### **Практическое занятие (в форме семинара) 7, 8 (4ч.) Тема «Влияние низких температур на механические свойства твердых тел.»**

**Вопросы для обсуждения:** Кристаллические твердые тела. Типы кристаллов. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Атомные кристаллы.

##### **Практическое занятие (в форме семинара) 9,10 (4 ч.) Тема «Влияние низких температур на механические свойства твердых тел.»**

**Вопросы для обсуждения:** Упругая и пластическая деформации. Влияние низких температур на механические свойства твердых тел.

**Практическое занятие (в форме семинара) 11 (2 ч.) Тема «Электрические свойства твердых тел при низких температурах»**

**Вопросы для обсуждения:** Дрейф электронов под действием внешнего поля. Время релаксации и длина свободного пробега. Удельная электропроводность проводника. Электропроводность невырожденного и вырожденного газов.

**Практическое занятие (в форме семинара) 12 (2 ч.) Тема «Закон Видемана - Франца - Лоренца.»**

**Вопросы для обсуждения:** Закон Видемана - Франца - Лоренца. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры. Влияние температуры на электропроводность чистых металлов. Электропроводность сплавов.

**Практическое занятие (в форме семинара) 13 (2 ч.) Тема «Физические основы охлаждения.»**

**Вопросы для обсуждения:** Изотропное расширение. Дросселирование сжатого газа. Расширение из постоянного объема.

**Вопросы для обсуждения:** Физические основы и технологические решения Десорбционное охлаждения.

**Практическое занятие (в форме семинара) 14 (2 ч.) Тема «Метод адиабатического размагничивания»**

**Вопросы для обсуждения:** Физические основы и технологические решения адиабатического размагничивания.

**Практическое занятие (в форме семинара) 15 (2 ч.) Тема «Метод ядерного размагничивания»**

**Вопросы для обсуждения:** Физические основы и технологические решения ядерного размагничивания.

**Практическое занятие (в форме семинара) 16 (2 ч.) Тема «Метод растворения гелия  $^3\text{He}$  в  $^4\text{He}$ .»**

**Вопросы для обсуждения:** Физические основы и технологические решения

**Практическое занятие (в форме семинара) 17 (2 ч.) Тема «Метод Померанчука»**

**Вопросы для обсуждения:** Физические основы и технологические решения Метода Померанчука

**Практическое занятие (в форме семинара) 17 (2 ч.) Тема «Формирование единой концепции квантовых кооперативных явлений в физике конденсированного состояния вещества.»**

**Вопросы для обсуждения:** Спиновые жидкости. Концепция резонирующих валентных связей. Димеры, кластеры, спиновые цепочки, спиновые лестницы. Спиновая щель в одномерных и двумерных системах. Пайерлсовский и спин – Пайерлсовский переход . Орбитальная степень свободы и орбитальное упорядочение. Эффект Яна – Теллера и низкотемпературные фазовые переходы . Единая концепция квантовых кооперативных явлений

### **3.3 Примерная тематика курсовых проектов (курсовых работ)**

*Не предусмотрено*

### 3.4 Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

#### Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:

1. Эффект Петелье. Детандер, расширение газов при постоянной энтропии
2. Неравенство Клаузиуса
3. Дросселирование газов и эффект Джоуля – Томсона. Температура инверсии.
4. Температура инверсии.
5. Термодинамическая вероятность
6. Рефрижератор растворения. Фазовая диаграмма смеси  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$ .
7. Закон возрастания энтропии
8. Процесс Стирлинга.
9. Теорема Ненста – Планка
10. Охлаждение по методу Померанчука .
11. Метод адиабатического размагничивания
12. Ядерное размагничивание.
13. Магнитное поле в веществе
14. Магнитные моменты электронов и атомов
15. Ферромагнетики и их свойства
16. Диа- и парамагнетизм
17. Антиферромагнетики
18. Намагниченность
19. Магнитное поле в веществе
20. Природа ферромагнетизма
21. Ферриты
22. Обменная энергия
23. Магнитная анизотропия
24. Тепловые контакты и теплоизоляция.
25. Термодинамическая температурная шкала
26. Крисстаты
27. Давление жидкости
28. Приложение к задачи движения материальной точки, уравнение движения которой допускают квадратичный относительно скоростей интеграл.
29. Решение динамической задачи с  $n$  - степенями свободы, для которой известны  $n$  – интегралов.
30. Теорема Леви-Чивита.
31. Определение сил, действующих на систему, если известен один из ее интегралов.
32. Уравнение Якоби.
33. Приведение к двенадцатому порядку при помощи интегралов движения центра тяжести.
34. Приведение к восьмому порядку при помощи интегралов моментов и исключение узла.
35. Камеры высокого давления. Наковальни Бриджмена.
36. Сверхпроводимость
37. Эффект Джозефсона
38. Эффект Мейснера
39. Понятие Куперовской пары
40. Фазовые переходы 1-го рода
41. Фазовые переходы 2-го рода
42. Камеры высокого давления. Наковальни Бриджмена.
43. Сверхпроводимость
44. Газовый термометр

45. Давление газа
46. Термопары.
47. Закон Паскаля
48. Металлические, полупроводниковые и угольные термометры сопротивления.
49. Принцип Паули
50. Магнитная термометрия.
51. Орбитальный магнитный момент
52. Методы получения сильных магнитных полей.
53. Модель Изинга
54. Стационарные магнитные поля, Электромагниты
55. Эффект Кондо
56. Сверхпроводящие соленоиды.
57. Импульсные поля.
58. Методы получения высоких давлений
59. Сверхтекучесть

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные

исчерпывающие ответы. Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
- доклад длинный, не вполне четкий;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- не достаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были

правильными. Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;
- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

## **Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

### **Вопросы к зачету по дисциплине «Физика низких температур». 7 семестр**

1. Способы описания состояния коллектива.
2. Невырожденные и вырожденные коллективы.
3. Микрочастицы и коллектив.
4. Классическая и квантовые статистики.
5. Функция распределения.
6. Число состояний для микрочастиц.
7. Квантование фазового пространства.
8. Плотность состояний.

9. Критерий невырожденности идеального газа.
10. Функция распределения для невырожденного газа.
11. Функция распределения для вырожденного газа фермионов.
12. Функция распределения для вырожденного газа бозонов
13. Кристаллические твердые тела.
14. Типы кристаллов.
15. Молекулярные кристаллы.
16. Ионные кристаллы.
17. Атомные кристаллы.
18. Металлические кристаллы.
19. Сопоставление различных видов связи.
20. Силы отталкивания
21. Упругая и пластическая деформации.

**Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену (8 семестр)**

1. Способы описания состояния коллектива.
2. Невырожденные и вырожденные коллективы.
3. Микрочастицы и коллектив.
4. Классическая и квантовые статистики.
5. Функция распределения.
6. Число состояний для микрочастиц.
7. Квантование фазового пространства.
8. Плотность состояний.
9. Критерий невырожденности идеального газа.
10. Функция распределения для невырожденного газа.
11. Функция распределения для вырожденного газа фермионов.
12. Функция распределения для вырожденного газа бозонов
13. Кристаллические твердые тела.
14. Типы кристаллов.
15. Молекулярные кристаллы.
16. Ионные кристаллы.
17. Атомные кристаллы.
18. Металлические кристаллы.
19. Сопоставление различных видов связи.
20. Силы отталкивания
21. Упругая и пластическая деформации.
22. Влияние низких температур на механические свойства твердых тел
23. Нормальные колебания решетки.
24. Спектр нормальных колебаний решетки.
25. Понятие о фононах.
26. Теплоемкость твердого тела.
27. Решеточная теплоемкость.
28. Теплоемкость электронного газа.
29. Тепловое расширение твердых тел.
30. Теплопроводность твердых тел.



31. Теплопроводность диэлектриков.
32. Теплопроводность металлов
33. Дрейф электронов под действием внешнего поля.
34. Время релаксации и длина свободного пробега.
35. Удельная электропроводность проводника.
36. Электропроводность невырожденного и вырожденного газов.
37. Закон Видемана - Франца - Лоренца.
38. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры.
39. Влияние температуры на электропроводность чистых металлов.
40. Электропроводность сплавов
41. Физические основы охлаждения.
42. Изотропное расширение.
43. Дросселирование сжатого газа.
44. Расширение из постоянного объема Десорбционное охлаждение.
45. Откачка паров кипящей жидкости.
46. Метод адиабатического размагничивания.
47. Метод ядерного размагничивания.
48. Метод растворения гелия  $^3\text{He}$  в  $^4\text{He}$ .
49. Метод Померанчука

<b>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкий уровень освоения компетенции</b>	<b>Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции</b>	<b>Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции</b>
Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность до-формирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин	Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных	Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня

	<p>профессионального цикла</p> <p>«удовлетворительно</p>	<p>компетенций причем общепрофессиональн</p> <p>ых компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».-</p>	<p>освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной</p>
--	--	---	--