

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
Кафедра теоретической и экспериментальной физики**

СОГЛАСОВАНО

**Руководитель образовательной программы
аспирантуры _____ Х.Х. Калажоков**

«30» марта 2022 г

УТВЕРЖДАЮ

**Директор института
_____ Б.И. Кунижев**

«30» марта 2022 г

**ОБЛАСТЬ НАУКИ – 1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
ГРУППА НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ – 1.3. ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ
НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ – 1.3.14. ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА**

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Нальчик 2022

Рабочая программа дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» /сост. д.ф.м.н., проф. М.Х. Хоконов – Нальчик: ФГБОУ ВПО КБГУ, 2018. – 28 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины (модуля) образовательной компоненты аспирантам очной формы 2-го года обучения (4 –й семестр) область науки – 1. Естественные науки. Группа научных специальностей – 1.3. Физические науки.- Научная специальность – 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. № 951.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	9
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	14
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	16
7.1. <i>Основная литература</i>	16
7.2. <i>Дополнительная литература</i>	16
7.3. <i>Интернет-ресурсы</i>	16
7.4. <i>Методические рекомендации к практическим (семинарским) занятиям</i>	16
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	20
9. Лист изменений (дополнений)	22

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» является формирование у аспирантов представления о теплофизике и теплотехнике как неотъемлемой составной части современных физических представлений, имеющих фундаментальную экспериментальную базу.

Основными задачами курса являются:

- Приобрести углубленные знания о природе теплофизических процессов;
- Изучить основные законы теплофизики, особенности теплофизических процессов в различных областях физики и техники;
- Овладеть методами описания и моделирования теплофизических процессов, расчета теплофизических свойств веществ;
- Получить практические навыки решения широкого класса прикладных задач;
- Подготовиться к научным исследованиям в данной области и преподаванию физических дисциплин, базирующихся на теплофизике и теоретической теплотехнике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина предусмотрена для изучения в аспирантуре в качестве дисциплины образовательной компоненты. Данная дисциплина относится к дисциплинам, направленным на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, изучается во 4-м семестре.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности; методы сбора информации для решения поставленных исследовательских задач; методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования;

- Базовые законы современной физики и их взаимосвязь, тенденции развития физики в обозримой перспективе, основные проблемы, стоящие перед современной физикой, а также предлагаемые средства их решения;

- основные законы, теоретические модели и современные методы исследований и математического моделирования в области физики и материаловедения;

- основные методы обработки данных, полученных экспериментально или методами численного моделирования.

Уметь:

- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские и производственно-технические исследования с применением современной аппаратуры, оборудования и компьютерных технологий; самостоятельно выполнять теоретические, экспериментальные и вычислительные физические исследования при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств;

- понимать суть явлений и процессов, изучаемых физикой;

- использовать полученные знания для анализа результатов научных исследований и решения практических задач в области физики и материаловедения;

- выделять и систематизировать необходимые научные данные; критически оценивать их достоверность.

Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выво-

дов; навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований; способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий; анализировать, обобщать и систематизировать результаты физических работ;

- основами методологии и практическими навыками научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени;

- разработкой методов научного исследования для получения новых фундаментальных знаний в области физики и материаловедения и способами применения этих знаний для создания прикладных технологий и решения практических задач;

- : навыками сбора, обработки, анализа и систематизации научных данных; навыками статистического анализа экспериментальных данных; навыками аналитических и численных аппроксимаций функций.

В результате изучения данного курса аспиранты должны получить представление о неравновесных процессах в природе и методах количественного их описания в рамках феноменологической теории термодинамики неравновесных процессов. В задачу курса входит освоение студентами понятия производство энтропии, уравнений баланса и законов сохранения, теории неравновесных процессов Онсагера и её применения, выяснение взаимосвязи неравновесные процессы и флуктуаций термодинамических величин. Кроме того, студенты должны получить представление о вариационных принципах неравновесной термодинамики. Кроме того, аспирант должен знать предметную область, категориальный аппарат, структуру дисциплины "Методы неравновесной термодинамики процессов диффузии, теплопроводности, вязкости, химических реакций". Знать и понимать фундаментальные принципы, лежащие в основе таких понятий, как производство энтропии, соотношения Онсагера, корреляционные функции. Знать приближения, используемые в феноменологических уравнениях неравновесной термодинамики, уметь правильно пользоваться методами теории неравновесных процессов в термодинамической формулировке. Уметь понимать смысл неравновесных физических процессов и их количественное выражение в виде уравнений. Ориентироваться в современной научной литературе по данной проблеме. Аспирант должен владеть (быть в состоянии продемонстрировать) знанием базовых концепций термодинамики неравновесных процессов, таких как локальная квазиравновесность, баланс энергии и энтропии, корреляционная функция и др.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Учебным планом предусмотрены: лекции, и самостоятельная работа, к которой относятся следующие виды работ: самостоятельная работа обучающихся по изучению разделов дисциплины, написанию рефератов, проведение дискуссий и обсуждений по темам дисциплины.

Таблица 1. Содержание дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
1	Термодинамика и статистическая физика	Введение. Законы термодинамики. Термодинамические функции и термодинамические неравенства. Распределения Гиббса. Термодинамический и статистический смысл понятия «Энтропия». Распределение Больцмана. Распределения Бозе. Распределения Ферми. Условие химического равновесия. Виральные коэффициенты в разложении по степеням плотности. Признаки и отличия фазовых переходов первого и второго родов. Основные положения теории флуктуации. Распределения Гаусса. Основные понятия термодинамики поверхности.
2	Теория неравновесных процессов	Уравнения переноса. Основы термодинамики необратимых явлений. Кинетическое уравнение Больцмана. H-теорема. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка. Понятие релаксационных явлений. Кинетическое уравнение. Колебательная и вращательная релаксации. Диссоциация и ионизация. Принципы работы газовых лазеров. Свойства распространения звука в газе. Свойства ударных волн.

3	Физика газов и плазмы	Составляющие межмолекулярные силы. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Понятие теплоемкости. Понятия изотермической и адиабатной сжимаемостей. Эффект Джоуля-Томпсона. Методы измерения термодинамических величин. Вязкость. Теплопроводность. Диффузии и термодиффузии. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения изотопов. Низкотемпературная плазма. Формула Саха. Явление переноса в плазме.
4	Физика жидкостей	Радиальная функция распределения. Структура жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей. Основные уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость и теплоемкость жидкости. Основные понятия и методы статистической теории жидкостей. Модельные теории жидкости. Явление переноса и релаксации в жидкости. Явления в ламинарном потоке жидкостей. Турбулентное движение и турбулентный теплообмен. Радиационный теплообмен. Методы изучения теплового движения в жидкостях по рассеянию света и медленных нейтронов. Поверхностные явления в жидкостях. Классификация жидких кристаллов. Квантовые жидкости.
5	Фазовые переходы	Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями. Экспериментальные методы исследования критического состояния. Методы термостатирования и получения низких температур. Процесс кипения метастабильных состояний. Процессы плавления и кристаллизации. Процессы возгонки и сублимации. Теплообмен и сопротивление в многофазных средах.
6	Физика твердого тела	Понятие и классификация кристаллических и аморфных твердых тел. Основные параметры пространственной решетки кристалла. Понятие трансляционной симметрии. Типы дефектов в кристаллах. Процессы колебаний решетки. Понятие теплоемкости кристаллов. Модели Эйнштейна и Дебая. Электронные состояния кристаллов. Модели свободных электронов. Зонная структура энергетического спектра кристаллов: проводников, полупроводников и диэлектриков. Основные понятия термодинамики твердых тел. Уравнение состояния твердых тел. Процессы теплопроводности и вязкости твердых тел. Уравнение теплопроводности в твердых телах. Механизмы теплопроводности в диэлектриках и металлах. Механизм вязкости и ее проявление при поглощении звука в твердых телах. Процессы адсорбции и хемосорбции.

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 54 часа, в том числе занятия лекционного типа – 54 часа; самостоятельная работа – 54 часа; завершается экзаменом.

4.2. Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 ч), очная форма

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	4 семестр	всего
1	2	3
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	54	54
Лекции (Л)	54	54
Лабораторные работы (ЛР)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Самостоятельная работа (в часах):	54	54
Дискуссии; круглые столы	10	10
Реферат (Р)	5	5
Контрольная работа (К)	–	–
Самостоятельное изучение разделов	12	12
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации	ЭКЗАМЕН (КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН)	ЭКЗАМЕН (КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН)

Таблица 3. Лекционные занятия

№	Темы лекционных занятий
---	-------------------------

занятия	
1-2	Термодинамика и статистическая физика
3-4	Теория неравновесных процессов
5-6	Физика газов и плазмы
7-8	Физика жидкостей
9-10	Фазовые переходы
11-12	Физика твердого тела
13-14	Термодинамика и статистическая физика
15	Теория неравновесных процессов

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия) не предусмотрены

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине – не предусмотрены

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Законы термодинамики. Термодинамические функции и неравенства.
2	Распределения Гиббса и Больцмана.
3	Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
4	Термодинамика черного излучения.
5	Теплоемкость вырожденного ферми-газа.
6	Условие химического равновесия.
7	Фазовые переходы первого и второго рода.
8	Теория флуктуаций.
9	Термодинамика поверхности.
10	Теория неравновесных процессов
11	Основы термодинамики необратимых явлений.
12	Уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка.
13	Релаксационные явления.
14	Взаимодействие молекул.
15	Уравнение состояния идеального и реального газов.
16	Теплоемкость и сжимаемость газов.
17	Явление переноса в газах.
18	Методы получения сверхнизких и высоких давлений.
19	Физика жидкостей. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
20	Статистическая теория жидкостей.
21	Модельные теории. Компьютерное моделирование.
22	Явление переноса и релаксации в жидкости
23	Ламинарный поток и турбулентное движение жидкости.
24	Изучение теплового движения в жидкостях по рассеянию света и медленных нейтронов.
25	Поверхностные явления.
26	Жидкости. Жидкие кристаллы и металлы. Квантовые жидкости.
27	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
28	Кипение. Методы расчета.
29	Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация.
30	Физика твердого тела. Дефекты в кристаллах: точечные дефекты и дислокации.
31	Колебание решетки. Ангармонизм и тепловое расширение. Теплоемкость кристаллов. Модели Эйнштейна и Дебая.
32	Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
33	Термодинамика твердых тел. Уравнение состояния твердых тел.
34	Теплопроводность и вязкость твердых тел. Уравнение теплопроводности в твердых телах, теплопроводность кристаллов
35	Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела. Адсорбция и хемосорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбции

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины для аспирантов предусмотрены текущий контроль и промежуточная аттестация.

От обучающихся требуется посещение занятий, выполнение заданий, знакомство с рекомендованной литературой, по согласованию с научным руководителем возможна подготовка зачетной письменной работы (реферата, аналитической записки, обзора источников или литературы и т.п.).

При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести научную дискуссию, способность четко и ёмко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в избранной области, качество выполнения заданий (презентаций, докладов, аналитических записок и др.).

Обучающийся должен показать владение предметом, знание рекомендованных статей и монографий, материалов конференций и т.п., умение выполнять устные и письменные задания руководителя дисциплины.

5.1. *Оценочные материалы для текущего контроля.* Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы аспирантов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости позволяет провести оценку процесса освоения дисциплины и может включать: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий, проведение дискуссий, круглых столов, написание докладов, рефератов.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов).

5.1.1. *Оценочные материалы для выполнения рефератов*

Примерные темы рефератов по дисциплине

1. Открытие жидких кристаллов.
2. Классификация и типы жидких кристаллов.
3. Применение жидких кристаллов в технике.
4. Методы измерений скорости и поглощения ультразвуковых волн.
5. Использование данных о скорости и поглощении ультразвуковых волн для исследований теплофизических, упругих, структурных и релаксационных свойств жидкостей.
6. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
7. Кинетические явления в сильно разреженном газе (газ Кнудсена).
8. Исследование теплофизических свойств жидкостей методом периодического нагрева.
9. Основные признаки и отличия фазовых переходов первого и второго родов.
10. Методы исследования явлений переноса.
11. Строение твердых тел: кристаллические и аморфные твердые тела.
12. Термодинамическое описание термоупругих свойств.
13. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.
14. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки.
15. Экспериментальные методы исследования критического состояний.
16. Теплопроводность и вязкость твердых тел.
17. Ангармонизм колебаний и тепловое расширение кристаллов.

Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Основной целью подготовки реферата выступает оценка самостоятельной творческой исследовательской работы аспиранта по изучению конкретной темы. Реферат позволяет оценить способность аспиранта выдвинуть собственную гипотезу, собрать, проанализировать материал, самостоятельно провести анализ, обосновать выводы, оформить и представить работу на обсуждение.

Процедура – традиционная форма текущего контроля по отдельным темам, домашнее задание с последующим представлением на обсуждение в аудитории, подразумевающее вопросы к докладчику, оппонирование и защиту собственного мнения аспирантов, принимающих участие в обсуждении. Доклад может быть представлен в форме презентации.

Содержание. Тема реферата выбирается аспирантом в соответствии с темой научно-исследовательской работы, утвержденной в установленном порядке.

Выбор и формулировка темы реферата подлежат согласованию с научным руководителем и преподавателем по дисциплине.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Новизна текста:

а) актуальность проблемы и темы исследования;
б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта известной проблемы, в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных);

в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал;

г) заявленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений;

д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

а) соответствие плана теме реферата;

б) соответствие содержания теме и плану реферата;

в) полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;

г) обоснованность способов и методов работы с материалом;

е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т. ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;

б) оценка грамотности и культуры изложения (в т. ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;

в) соблюдение требований к объёму реферата.

Требования к реферату: Общий объём реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль.

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных

номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 70%

Критерии оценки реферата:

«отлично» ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями.

«хорошо» – выполнены основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата-та; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Аспирант не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

5.1.2. Вопросы по темам дисциплины для устного опроса

Основной целью устного опроса является оценка знаний и кругозора аспирантов, умения логически построить ответ, владения монологической речью, коммуникативных навыков; выявление деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену.

Процедура – традиционная форма текущего контроля, осуществляется на лекционных занятиях в соответствии с тематическим планом дисциплины в форме фронтального опроса.

Термодинамика и статистическая физика

1. Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства. Распределение Гиббса. Энтропия.
2. Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана.
3. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе. Бозе- конденсация.
4. Термодинамика черного излучения.
5. Распределение Ферми. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.
6. Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вирialные коэффициенты.
7. Фазовые переходы первого и второго рода. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.
8. Теория флуктуации. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин.

Теория неравновесных процессов

9. Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений.
10. Кинетическое уравнение Больцмана. H - теорема. Идеи метода Чепмена - Энскога и Трёда.
11. Случайные блуждания и броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка.

12. Релаксационные явления. Основное кинетическое уравнение. Колебательная релаксация.
13. Ударные волны. Законы сохранения на фронте ударной волны. Ударная адиабата. Структура ударной волны в газах. Истечение газа через сопло.

Физика газов и плазмы

14. Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Упругие и неупругие столкновения.
15. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие.

Физика жидкостей

16. Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
17. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
18. Сопротивление и теплопередача в ламинарном потоке. Конвективный теплообмен.
19. Турбулентное движение и турбулентный теплообмен. Кризис сопротивления.
20. Радиационный теплообмен и радиационная газовая динамика.
21. Изучение теплового движения в жидкостях по рассеянию света и медленных нейтронов.
22. Пространственно-временная корреляционная функция.
23. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление. Экзотические жидкости, жидкие кристаллы, жидкие металлы. Квантовые жидкости. Сверхтекучесть гелия.

Фазовые переходы

25. Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
26. Методы термостатирования и получения низких температур.
27. Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация.

Физика твердого тела

28. Строение твердых тел: кристаллические и аморфные твердые тела. Пространственная решетка кристалла. Трансляционная симметрия. Дефекты в кристаллах: точечные дефекты и дислокации.
29. Теплопроводность и вязкость твердых тел. Уравнение теплопроводности в твердых телах, теплопроводность кристаллов. Механизмы теплопроводности в диэлектриках и металлах. Вязкость и ее проявление при поглощении звука в твердых телах.
30. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела. Адсорбция и хемосорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний, аспирантов по дисциплине. Развёрнутый ответ обучающегося должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

Критерии оценки:

«отлично» ставится, если аспирант демонстрирует полное понимание проблемы (темы). Раскрывает тему на конкретных примерах. Логически ясно выстраивает ответ;
«хорошо» ставится, если аспирант демонстрирует значительное понимание проблемы (темы). Затрудняется с приведением примеров по теме;
«удовлетворительно» ставится, если аспирант демонстрирует частичное понимание проблемы (темы). В логике построения ответа имеются существенные недостатки;
«неудовлетворительно» ставится, если ответ не соответствует выше приведенным критериям.

5.1.3. Оценочные материалы для самостоятельной работы аспиранта

Основная цель данного оценочного материала состоит в оценке способностей аспиранта по самостоятельному решению практических задач и умению делать выводы и предложения на основе произведенного решения. Позволяет оценить способность аспиранта к практическому применению изученного теоретического материала.

Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

1. Законы термодинамики. Термодинамические функции и неравенства.
2. Распределения Гиббса и Больцмана.
3. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
4. Термодинамика черного излучения.
5. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.
6. Условие химического равновесия.
7. Фазовые переходы первого и второго рода.
8. Теория флуктуаций.
9. Термодинамика поверхности.
10. Теория неравновесных процессов
11. Основы термодинамики необратимых явлений.
12. Уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка.
13. Релаксационные явления.
14. Взаимодействие молекул.
15. Уравнение состояния идеального и реального газов.
16. Теплоемкость и сжимаемость газов.
17. Явление переноса в газах.
18. Методы получения сверхнизких и высоких давлений.
19. Физика жидкостей. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
20. Статистическая теория жидкостей.
21. Модельные теории. Компьютерное моделирование.
22. Явление переноса и релаксации в жидкости
23. Ламинарный поток и турбулентное движение жидкости.
24. Изучение теплового движения в жидкостях по рассеянию света и медленных нейтронов.
25. Поверхностные явления.
26. Жидкости. Жидкие кристаллы и металлы. Квантовые жидкости.
27. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
28. Кипение. Методы расчета.
29. Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация.
30. Физика твердого тела. Дефекты в кристаллах: точечные дефекты и дислокации.
31. Колебание решетки. Анггармонизм и тепловое расширение. Теплоемкость кристаллов. Модели Эйнштейна и Дебая.
32. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
33. Термодинамика твердых тел. Уравнение состояния твердых тел.
34. Теплопроводность и вязкость твердых тел. Уравнение теплопроводности в твердых телах, теплопроводность кристаллов
35. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела. Адсорбция и хемосорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбции

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы обучающегося:

«отлично» - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде;

«хорошо» - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает;

«удовлетворительно» - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей;

«неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы.

5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации. Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины и сформированности компетенций

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования.

Экзамен проводится по окончании 4-го семестра в специально отведенное время – время экзаменационной недели.

5.2.1. Перечень вопросов выносимые на экзамен

Термодинамика и статистическая физика

1. Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства. Распределение Гиббса. Энтропия.
2. Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана.
3. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе. Бозе- конденсация.
4. Термодинамика черного излучения.
5. Распределение Ферми. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.
6. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота ре- акции. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение.
7. Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вириальные коэффициенты.
8. Фазовые переходы первого и второго рода. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.
9. Теория флуктуации. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин.
10. Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление.

Теория неравновесных процессов

11. Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений.
12. Кинетическое уравнение Больцмана. Н - теорема. Идеи метода Чепмена - Энскога и Трэда. 13. Случайные блуждания и броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера-Планка.
14. Релаксационные явления. Основное кинетическое уравнение. Колебательная релаксация. Вращательная релаксация.
15. Кинетика диссоциации и ионизации. Газовые лазеры.
16. Распространение звука в газе, дисперсия и затухание звука. Вторая вязкость.
17. Ударные волны. Законы сохранения на фронте ударной волны. Ударная адиабата. Структура ударной волны в газах. Истечение газа через сопло.

Физика газов и плазмы

18. Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Упругие и неупругие столкновения.
19. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие.
20. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля-Томпсона. Методы измерения термодинамических величин.
21. Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термодиффузия.
22. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Термомолекулярная разность давлений. Кинетические явления в сильно разреженном газе (газ Кнудсена).
23. Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения изотопов.
24. Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации. Явление переноса в плазме. Излучение плазмы.

Физика жидкостей

25. Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
26. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
27. Статистическая теория жидкостей. Частичные функции распределения, методы интегральных уравнений.
28. Модельные теории. Компьютерное моделирование.
29. Явление переноса и релаксации в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия.
30. Сопротивление и теплопередача в ламинарном потоке. Конвективный теплообмен.
31. Турбулентное движение и турбулентный теплообмен. Кризис сопротивления.
32. Радиационный теплообмен и радиационная газовая динамика.
33. Изучение теплового движения в жидкостях по рассеянию света и медленных нейтронов. Пространственно-временная корреляционная функция.
34. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление.

35. Экзотические жидкости, жидкие кристаллы, жидкие металлы. Квантовые жидкости. Сверхтекучесть гелия.

Фазовые переходы

36. Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
37. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями. Экспериментальные методы исследования критического состояний.
38. Методы термостатирования и получения низких температур.
39. Кипение. Кризис кипения. Методы расчета.
40. Метастабильные состояния. Перегрев, переохлаждение. Давление насыщенных паров над раствором.
41. Плавление, кристаллизация. Возгонка и сублимация.
42. Теплообмен и сопротивление в многофазных средах.

Физика твердого тела

43. Строение твердых тел: кристаллические и аморфные твердые тела. Пространственная решетка кристалла. Трансляционная симметрия. Дефекты в кристаллах: точечные дефекты и дислокации.
44. Колебание решетки, спектральная плотность колебаний решетки. Ангстремизм и тепловое расширение. Теплоемкость кристаллов. Модели Эйнштейна и Дебая.
45. Электронные состояния кристаллов. Модели свободных электронов. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Электронная теплоемкость.
46. Термодинамика твердых тел. Уравнение состояния твердых тел. Термодинамическое описание термодинамических свойств.
47. Теплопроводность и вязкость твердых тел. Уравнение теплопроводности в твердых телах, теплопроводность кристаллов. Механизмы теплопроводности в диэлектриках и металлах. Вязкость и ее проявление при поглощении звука в твердых телах.
48. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела. Адсорбция и хемосорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.

Критерии оценивания промежуточной аттестации (экзамен):

Шкала оценок	Критерии оценок
«отлично»	1. Аспирант полно раскрывает содержание вопросов билета; 2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, правильно используется терминология; 3. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; 4. Продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; 5. Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов.
«хорошо»	Ответ аспиранта удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом может иметь следующие недостатки: 1. В изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; 2. Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; 3. Допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.
«удовлетворительно»	Аспиранта неполно или непоследовательно раскрывает содержание материала, но показывает общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала. В процессе ответа: 1. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; 2. При неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков
«неудовлетворительно»	ответ не удовлетворяет указанным выше критериям

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература:

1. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. – СПб: Лань, 2007. – 448 с.
2. Базаров И.П. Термодинамика. – СПб: Лань. – 2010. – 376 с.

6.2. Дополнительная:

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т.: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ. Т. 5. Статистическая физика, ч.1.-5-е изд., стереотип. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2005. – 616 с.
2. Квасников И.А. Теория равновесных систем. Т. 1: Термодинамика; Т. 2: Статистическая физика. – М.: Изд-во УРСС, 2002. – 270 с.
3. Пономарев С.В. Теоретические и практические основы теплофизических измерений. – Физматлит, 2008. – 408 с.
4. Новиков И.И. Термодинамика. – СПб: Лань, 2009. – 592 с.
5. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.

6.3. Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека КБГУ<http://lib.kbsu.ru>
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам.....<http://window.edu.ru>
3. Информационно-справочный портал.....library.ru
4. Публичная электронная библиотека.....[Public- library.narod.ru](http://Public-library.narod.ru)
5. Российский общеобразовательный портал.....www.school.edu.ru
6. Федеральный портал «Российское образование».....www.edu.ru
7. Энциклопедии, словари, справочники.....www.encyklopedia.by.ru
8. Российская государственная библиотека (РГБ).....E-mail: post@rsl.ru
9. Библиотека Российской академии наук (БАН).E-mail: ban@info.ras.ru.
<http://www.ban.ru>
10. Сайт кафедры теоретической физики:
<http://physfac.kbsu.ru/?page=department&subpage=tf>
11. Электронная почта кафедры: E-mail: ktf@kbsu.ru
12. <http://www.lanbook.ru/>
13. <http://www.knigafond.ru/>
14. <http://www.ifaran.ru/>
15. <http://www.izmiran.ru/>
16. <http://lithology.ru/>
17. <http://meteoinfo.ru>
18. 9.<http://earthobservatory.nasa.gov>

к современным профессиональным базам данных: (технических направлений)

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	ЭБД РГБ	Электронные версии 885898 полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)
2.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	Sciverse Scopus	Реферативная и аналитическая ба-		Доступ по IP-

	издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	за данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	http://www.scopus.com	адресам КБГУ
4.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	Полный доступ
5.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

При изучении дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» аспирантам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

общие информационные, справочные и поисковые:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» ООО «Директ-Медиа». Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru>
2. ЭБД РГБ (Полнотекстовая база диссертаций «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»). ФГБУ «Российская государственная библиотека». Режим доступа: URL: - <http://diss.rsl.ru>
3. Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU SCIENCE INDEX. ООО Научная электронная библиотека. Режим доступа: URL: - <http://elibrary.ru/>.
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. Режим доступа: URL: <http://diss.rsl.ru>
5. Российская национальная библиотека. Режим доступа: URL: <http://www.nlr.ru>

6.5. Методические рекомендации по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы

Методические рекомендации по изучению дисциплины для аспирантов

Курс изучается на занятиях лекционного типа, практических занятиях, при самостоятельной и индивидуальной работе аспиранта. Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематиче-

ской работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

В ходе изучения дисциплины обучающийся имеет возможность подготовить реферат по выбранной из предложенного в Рабочей программе списка теме. Выступление с докладом по реферату в группе проводится в форме презентации с использованием мультимедийной техники.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность обучающемуся сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в оценочных материалах в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к зачету должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позво-

лит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические указания по выполнению рефератов

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание реферата используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс написания реферата включает: выбор темы; подбор нормативных актов, специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение реферата.

Рефераты пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов. Темы рефератов должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная ниже тематика рефератов примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов.

Технические требования к оформлению реферата следующие. Реферат оформляется на листах формата А4, с обязательной нумерацией страниц, причем номер страницы на первом, титульном, листе не ставится. Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. На титульном листе реферата нужно указать: название учебного заведения, факультета, номер группы и фамилию, имя и отчество автора, тему, место и год его написания. Рекомендуемый объем работы складывается из следующих составляющих: титульный лист (1 страница), содержание (1 страница), введение (1 – 2 страницы), основная часть, которую можно разделить на главы или разделы (10 – 15 страниц), заключение (1 – 3 страницы), список литературы (1 страница), приложение (не обязательно). Если реферат содержит таблицу, то ее номер и название располагаются сверху таблицы, если рисунок, то внизу рисунка.

Содержательные части реферата – это введение, основная часть и заключение. Введение должно содержать рассуждение по поводу того, что рассматриваемая тема актуальна (то есть современна и к ней есть большой интерес в настоящее время), а также постановку цели исследования, которая непосредственно связана с названием работы. Также во введении могут быть поставлены задачи (но не обязательно, так как работа невелика по объему), которые детализируют цель. В заключении пишутся конкретные, содержательные выводы.

Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 - 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его силь-

ные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

Методические рекомендации по самостоятельной работе аспирантов

Организуя свою самостоятельную работу по дисциплине аспиранты должны выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практических и/или семинарских занятий и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа аспирантов, предусмотренная учебным планом должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать аспирантов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины включает следующие виды работ:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий;
- решение задач, упражнений;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа по изучению дисциплины «Инновационный менеджмент» должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для аспиранта. Самостоятельная работа аспиранта по изучению дисциплины основывается на изучении теоретических вопросов дисциплины, указанных в тематическом плане дисциплины, и подготовки к семинарским занятиям по плану.

Самостоятельная работа аспирантов при изучении дисциплины осуществляется следующими формами:

- аудиторная под руководством преподавателя на занятиях лекционного типа, практических занятиях;
- внеаудиторная под руководством преподавателя при проведении консультаций по дисциплине;
- внеаудиторная без участия преподавателя при подготовке к аудиторным занятиям, работе над докладами, работе с электронными информационными ресурсами.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену:

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются обучающиеся, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене обучающийся может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций,

учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в устной форме.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести обучающихся на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

Ответ оценивается на «отлично», если аспирант полно раскрывает содержание вопросов билета; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, правильно используется терминология; показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов.

Ответ оценивается на «хорошо», если аспирант дает правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, не содержащие грубых ошибок и упущений; логично и последовательно излагает материал; но при этом в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Ответ оценивается на «удовлетворительно», если аспирант неполно или непоследовательно излагает материал, но показывает общее понимание вопроса и продемонстрировал умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала. В процессе ответа: имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков.

Ответ оценивается на «неудовлетворительно» если аспирант не знает концепций экономической науки; не владеет понятийно-категориальным экономическим аппаратом и методологии науки, не знает методов абстрактного мышления.

Промежуточная аттестация – экзамен (кандидатский экзамен) оформляется ведомостью и протоколом о сдаче кандидатского экзамена.

Протокол кандидатского экзамена подписывается не менее чем тремя членами экзаменационной комиссии.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения включает в себя: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (оборудованные учебной мебелью, мультимедийным оборудованием, доской, экраном), учебные аудитории для проведения практических занятий (оборудованные учебной мебелью, мультимедийным оборудованием, доской, экраном), помещения для самостоятельной работы (оборудованные учебной мебелью, компьютерами с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС КБГУ); помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования (оборудованные комплектами специализированной мебели для хранения оборудования).

При проведении занятий лекционного типа используются:

лицензионное программное обеспечение:

– Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

– Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

- AltLinux (Альт Образование 8);
свободно распространяемые программы:
- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;

8. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Для аспирантов с ОВЗ и инвалидов созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах.

Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха оборудована радиоклассом, компьютерной техникой, аудиотехникой (акустический усилитель и колонки), видеотехникой (мультимедийный проектор, телевизор), электронной доской, документ-камерой, мультимедийной системой. Особую роль в обучении слабослышащих также играют видеоматериалы.

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

В случае необходимости, лицам с ограниченными возможностями здоровья могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения:

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме; -
- в форме электронного документа.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме; -

- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения:

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося экзамен проводится в устной форме.

Кроме того, могут применяться элементы дистанционных образовательных технологий для изучения учебного материала на удалении.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Материально-техническое обеспечение дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для самостоятельной работы и коллективного пользования специальными техническими средствами для обучения инвалидов и лиц с ОВЗ в КБГУ, аудитория No 145 Главный корпус КБГУ.	- Комплект учебной мебели: столы и стулья для обучающихся (3 комплекта); Стол для инвалидов-колясочников (1 шт.); Компьютер с подключением к сети и программным обеспечением (3 шт.); Специальная клавиатура (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш) (1 шт.); Принтер для печати рельефно-точечным шрифтом Брайля VP Columbia (1 шт.); Портативный тактильный дисплей Брайля «Focus 14 Blue» (совместимый с планшетными устройствами, смартфонами и ПК) (1 шт.); Бумага для печати рельефно-точечным шрифтом Брайля, совместимого с принтером VP Columbia; Видеоувеличитель портативный HV-MVC, диагональ экрана – 3,5 дюйма (4 шт.); Сканирующая и читающая машина SARA-CE (1 шт.); Джойстик компьютерный адаптированный, беспроводной (3 шт.); Беспроводная Bluetooth гарнитура с костной проводимостью «AfterShokz Trekz Titanium» (1 шт.); Проводная гарнитура с костной проводимостью «AfterShokz Sportz Titanium» (2 шт.); Проводная гарнитура Defender (1 шт.); Персональный коммуникатор EN –101 (5 шт.); Специальные клавиатуры (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш); Клавиатура адаптированная с крупными кнопками + пластиковая накладка, разделяющая клавиши, Беспроводная Clevey Keyboard + Clevey Cove (3шт.); Джойстик компьютерный Joystick SimplyWorks беспроводной (3шт.); Ноутбук + приставка для ай-трекинга к ноутбуку PCEye Mini (1 шт.).	Продукты MICROSOFT(Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) No V 2123829 Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition No Лицензии 17E0-180427-50836-287-197. Программы для создания и редактирования субтитров, конвертирующее речь в текстовый и жестовый форматы на экране компьютера: Майкрософт Диктейт: https://dictate.ms/ , Subtitle Edit, («Сурдофон» (бесплатные). Программа невидимого доступа к информации на экране компьютера JAWS for Windows (бесплатная); Программа для чтения вслух текстовых файлов (Tiger Software Suit (TSS)) (номер лицензии 5028132082173733); Программа экранного доступа с синтезом речи для слепых и слабовидящих (NVDA) (бесплатная).

*Специальные помещения - учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Теплофизика и теоретическая теплотехника.»
 область науки – 1. Естественные науки. Группа научных специальностей – 1.3. Физические науки.- Научная специальность – 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Теоретической и экспериментальной физики, № _____ от " ____ " _____ 20 г.

Заведующий кафедрой ТиЭФ, проф.

Хоконов М.Х.