

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра физики неравновесных процессов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика и теоретическая теплотехника для аспирантов

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, семестр 3-4

профиль

Теплофизика и теоретическая теплотехника

Форма обучения: очная

Разработчик:

д.ф.-м.н., профессор С.И. Лежнин



Заведующий кафедрой ФНП ФФ

д.ф.-м.н., академик РАН С.В. Алексеенко



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника для аспирантов».....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5. Перечень учебной литературы.....	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	10
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	11

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): Теплофизика и теоретическая теплотехника

Дисциплина «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Теплофизика и теоретическая теплотехника» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Дисциплина «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» реализуется в третьем и четвертом семестрах в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Теплофизика и теоретическая теплотехника» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), а также может быть реализована как дисциплина по выбору в третьем и четвертом семестрах в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Механика жидкости, газа и плазмы».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Перечень основных разделов дисциплины: 1-е и 2-е начала термодинамики и элементы статистической физики. Термодинамические системы с фазовыми переходами и термодинамика потоков. Циклы тепловых машин. Паротурбинные установки, машины обратного цикла и установки прямого преобразования теплоты в электроэнергию. Элементы теории флуктуаций и случайных процессов. Конвективный теплообмен. Основные положения. Теплообмен при фазовых превращениях. Конвективный перенос в многокомпонентных средах.

Основными задачами, стоящими при изучении данной дисциплины, является углубленное изучение теоретических вопросов современной теплофизики, развитие практических навыков решения задач в данной области, навыков применения теплофизических методов для исследования процессов тепло- и массообмена в жидкостях, газах, плазме.

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий. и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, индивидуальная работа с преподавателем, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единиц (180 часов).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Теплофизика и теоретическая теплотехника» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Дисциплина «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» реализуется в третьем и четвертом семестрах в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Теплофизика и теоретическая теплотехника» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), а также может быть реализована как дисциплина по выбору в третьем и четвертом семестрах в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Механика жидкости, газа и плазмы».

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, индивидуальная работа с преподавателем, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единиц (180 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Теплофизика и теоретическая теплотехника для аспирантов:

Кандидатский экзамен по модулю Теплофизика и теоретическая теплотехника

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем					Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий	Самостоятельная работа, не включая период сессии			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	108	32	6		14	54			2			
4	72	32	6		8	24			2			
ИТОГО	180	64	12		22	78			4			
Всего 180 часов /5 зачетных единиц из них: - контактная работа 92 часа - в интерактивных формах 34 часа												
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2												

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом (в часах)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3 семестр										
1.	1-е и 2-е начала термодинамики и элементы статистической физики	1-4	18	8			10			
2.	Термодинамические системы с фазовыми переходами и термодинамика потоков	5-8	18	8			10			
3.	Циклы тепловых машин.	9-12	18	8			10			
4.	Паротурбинные установки, машины обратного цикла и установки прямого преобразования теплоты в электроэнергию	13-16	18	8			10			
5.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	34		6	14	14			
6.	Зачет	17	2							2
7.	Всего по семестру		108	32	6	14	54			2
4 семестр										
1.	Элементы теории флуктуаций и случайных процессов	1-4	12	8			4			
2.	Конвективный теплообмен. Основные положения.	5-8	12	8			4			

3.	Теплообмен при фазовых превращениях.	9-12	12	8			4			
4.	Конвективный перенос в многокомпонентных средах.	13-16	12	8			4			
5.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	22		6	8	8			
6.	Зачет	17	2							2
7.	Всего по семестру		72	32	6	8	24			2
8.	Итого		180	64	12	22	78			4

Лекционные и практические занятия проводятся в интерактивной форме, подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам, формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада. Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	22

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных.	78

5. Перечень учебной литературы

5.1 Используемая литература

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг, Пер. Г.А. Вольперта с 5-го нем. изд., испр. по 6-му (амер.) изд.; Под ред. Л.Г. Лойцянского М.: Наука, 1974. 711 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Т.6: Гидродинамика Изд. 5-е, стер 2006. 731 с.: ил. ISBN 5-9221-0121-8 (Теоретическая физика: учебное пособие для студентов физических

- специальностей университетов: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского Москва: Физматлит, 200 -22 см. ISBN 5-9221-0053-X)
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Т.5: Статистическая физика. Ч.1 Изд. 5-е, стер2005616 с.: ил. ISBN 5-9221-0054-8. 8 (Теоретическая физика: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского Москва: Физматлит, 200 -22 см. ISBN 5-9221-0053-X)
4. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Физика"]. Т.2. Теория равновесных систем: Статистическая физика. / И.А. Квасников 2-е изд., перераб. и доп. М.: УРСС, 2002429 с.: ил. ; 23 см. ISBN 5-354-00078-5
5. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика : [Учеб. пособие для вузов по спец. "Физика"]. Т.1. Теория равновесных систем: Термодинамика. / И.А. Квасников 2-е изд., перераб. и доп. М. : УРСС, 2002238 с. : ил. ; 23 см. ISBN 5-354-00077-7

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов:

http://www.itp.nsc.ru/KSITE/right/doc/lectures/Lezhnin_СНТ.rar

Самостоятельная работа представлена решением задач из следующих источников:

1. Филатова Е.С., Филиппова Л.Г. Сборник задач с решениями по термодинамике и статистической: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 1981, 88 с.
2. Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г. Химическая термодинамика: - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - 2000, 80 с.
3. Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г. Техническая термодинамика: - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - 2000, 100с.
- 4/ Лежнин С.И., Заварухин С.Г. Сборник заданий по курсу «Процессы переноса в сплошных средах»: Методическое пособие - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. 26 с.
- 5/ Алексеенко С.В., Лежнин С.И. Теория процессов переноса в сплошных средах: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во Института теплофизики СО РАН, 2006.
- 5/ Жуков В.И., Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г., Массообменные процессы и аппараты, Часть I. - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - 2007. - 129 с.
7. Жуков В.И., Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г. Массообменные процессы и аппараты, Часть I. - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - 2007. - 136 с.
- 8/ Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г. Процессы переноса в сплошных средах: - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - 2008. - 126 с.

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме.

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета. Зачет по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные дисциплиной компетенции, сформированы не ниже порогового уровня. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	Работа на занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в	

	применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний соответствует программе	Уровень знаний соответствует

	ПК 2.1	Имеют место грубые ошибки.	знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Тематика докладов дисциплины
«Теплофизика и теоретические основы теплообмена для аспирантов»

1. 1е и 2-е начала термодинамики и элементы статистической физики
2. Термодинамические системы с фазовыми переходами и термодинамика потоков
3. Циклы тепловых машин

4. Паротурбинные установки, машины обратного цикла и установки прямого преобразования теплоты в электроэнергию
5. Элементы теории флуктуаций и случайных процессов
6. Конвективный теплообмен. Основные положения
7. Теплообмен при фазовых превращениях
8. Конвективный перенос в многокомпонентных средах

Примерный перечень задач и вопросов к зачету.

1. Взаимодействие молекул. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Упругие и неупругие столкновения.
2. Вывод гидродинамических уравнений из уравнений Больцмана. Вычисление кинетических коэффициентов.
3. Диаграммы состояния. Условия равновесия фаз. Закон Клапейрона—Клаузиуса. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями.
4. Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства.
5. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации
6. Истечение газа через простое сопло и сопло Лаваля.
7. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе. Бозе-конденсация. Распределение Ферми. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.
8. Колебание решетки, спектральная плотность колебаний решетки. Теплоемкость кристаллов.
9. Модели Эйнштейна и Дебая.
10. Конвективный теплообмен: уравнения, граничные условия.
11. Кризис кипения. Методы расчета. Критические плотности теплового потока при кипении. Кризис сопротивления при обтекании тел.
12. Метастабильные состояния. Перегрев, переохлаждение. Давление насыщенных паров над раствором.
13. Модели турбулентности. Методы расчета турбулентных явлений в газе, жидкости и плазме.
14. H – теорема. Вывод кинетического уравнения Больцмана на основе баланса числа частиц. Идеи метода Чепмена—Энскога и Грэда.
15. Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Виральные коэффициенты.
16. Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус. Явление переноса в плазме.
17. Основные законы радиационного теплообмена.
18. Плёночная и капельная конденсация. Теплообмен при плёночной конденсации неподвижного пара на вертикальной стенке. Качественное влияние неконденсирующихся газов.
19. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление.
20. Распределение Гиббса. Энтропия. Статистическое обоснование закона возрастания энтропии.
21. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.

22. Распространение звука в газе, дисперсия и затухание звука. Вторая вязкость.
23. Сопротивление и теплопередача при ламинарном течении в трубах и каналах.
24. Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана. Термодинамические свойства двухатомного газа с молекулами одинаковых и разных атомов. Закон равномерного распределения.
25. Теория флуктуаций. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона.
26. Теплообмен при кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в условиях свободной конвекции и при вынужденном течении.
27. Теплопроводность твердых тел. Механизмы теплопроводности в диэлектриках и металлах.
28. Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление. Равновесие между поверхностной фазой и газом. Теория образования зародышей при фазовых переходах первого рода.
29. Ударные волны. Законы сохранения на фронте ударной волны. Ударная адиабата.
30. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие. Теплоемкость. Эффект Джоуля—Томпсона.
31. Уравнения ламинарного пограничного слоя. Трение и теплообмен при обтекании пластины несжимаемой жидкостью
32. Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений. Соотношение симметрии кинетических коэффициентов Онсагера.
33. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
34. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение.
35. Фазовые переходы первого и второго рода. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.
36. Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия.
37. Явление переноса в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.