

**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**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОФИЗИКИ**

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

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			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36	32			2			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
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.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

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

Курс «Современные проблемы теплофизики» имеет своей целью обучение студентов основам теплообмена и физической гидрогазодинамики, теплофизическим основам создания нового поколения энергетических и энергосберегающих технологий и установок, теплофизическим свойствам веществ, теплофизическим аспектам водородной энергетики, а также обучение студентов навыкам самостоятельного поиска и анализа информации по современному состоянию развития данной области исследований.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основы теплообмена и физической гидрогазодинамики, теплофизические основы создания нового поколения энергетических и энергосберегающих технологий и установок, основные теплофизические свойства веществ, теплофизические аспекты водородной энергетики, актуальные проблемы и исследования теплофизики, базовые разделы теплофизики: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы и способы их использования при решении научно-инновационных задач.</p> <p>Уметь анализировать физические механизмы, характерные для выполненного исследования, объяснять принцип действия основных установок, используемых в исследованиях ИТ СО РАН;</p> <p>решать типовые учебные задачи по основным разделам теплофизики; применять полученную теоретическую базу для решения научно-инновационных задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий; применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов теплофизики, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов теплофизики для решения</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		<p>научно-инновационных задач; применять знания теплофизики для анализа и обработки результатов физических экспериментов; проводить анализ научной и технической информации в области теплофизики и смежных дисциплин.</p> <p>Владеть основными понятиями теплофизики, методами определения основных параметров веществ, навыками самостоятельного поиска и анализа информации по современному состоянию развития выбранной области исследований.</p> <p>навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам теплофизики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов теплофизики; навыками решения базовых задач по теплофизики; основными методами научных исследований; навыками использования теоретических основ базовых разделов теплофизики при решении научно-инновационных задач; знаниями на уровне, позволяющем проводить эффективный анализ научной и технической информации в области теплофизики и смежных дисциплин.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина реализуется в 5-м семестре 3-го курса бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики неравновесных процессов. Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по таким физическим дисциплинам как электродинамика, а также по математике (дифференциальное и интегральное исчисления, ряды Фурье, численные методы решения систем линейных уравнений, элементы теории групп и др.). Он должен предшествовать выполнению квалификационной работы бакалавра по данной специализации, т.к. дает бакалавру необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения рентгеноструктурных исследований поли- и монокристаллов в рамках подготовки его квалификационной работы.

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

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			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36	32			2			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: путем опроса студентов на учебных занятиях;
- промежуточная аттестация: зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа, не включая период сессии -2 часа;
- промежуточная аттестация (зачет) – 2 часа.

Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, зачет) составляет 34 часа.

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

Дисциплина представляет собой полугодовой курс, читаемый на 3-м курсе физического факультета НГУ в 5 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачётную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Стрела времени и синергетика	1	4	2	2	1	

2	Прогресс в изучении физики кипения, испарения. Новые современные методы интенсификации теплообмена и методология исследований	2	4	2			
3	Томографическая диагностика в задачах гидроаэродинамики. 3D анемометрия по изображениям частиц	3	5	2			
4	Исследование тепломассообмена в турбулентных газокапельных потоках	4	4	2			
5	Автоволновые структуры в системах с энергосвыделением	5	4	2			
6	Свободная конвекция в природных и технологических системах	6	4	2			
7	Газодинамический синтез алмаза	7	5	2			
8	Оптоэлектронные информационные технологии в современном физическом эксперименте	8	5	2			
9	Применение методов экспериментального моделирования для разработки эффективных и экологически чистых энергетических установок	9	5	2			
10	Процессы переноса в двухфазных системах с микроканалами, нанопокрывтиями и контактными линиями газ - жидкость - твердое тело	10	4	2			
11	Ядерная энергетика: состояние и перспективы	11	4	2			
12	Пылевая (комплексная) плазма – область междисциплинарных исследований	12	4	2			
13	Перспективы использования воды в сверхкритическом флюидном состоянии для развития «зеленой» энергетики	13	4	2			
14	Инновационная энергетика и энергетическая безопасность	14	4	2			
15	Теплофизические проблемы взаимодействия лазерного излучения с веществом	15	5	2			
16	Необычные свойства жидких металлических сплавов	16	5	2			
17	Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	16				2	
18	Зачет	17	2				2
Итого			72	32	0	2	2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Стрела времени и синергетика (д-р физ.-мат. наук С. А. Новопашин)

Прогресс в изучении физики кипения, испарения. Новые современные методы интенсификации теплообмена и методология исследований (чл.-корр. РАН А. Н. Павленко)

Томографическая диагностика в задачах гидроаэродинамики. 3D анемометрия по изображениям частиц (канд. техн. наук М. П. Токарев)

Исследование тепломассообмена в турбулентных газочапельных потоках (д-р физ.-мат. наук М. А. Пахомов)

Автоволновые структуры в системах с энерговыведением (д-р физ.-мат. наук О. В. Шарыпов)

Свободная конвекция в природных и технологических системах (д-р физ.-мат. наук В. С. Бердников)

Газодинамический синтез алмаза (академик РАН А. К. Ребров)

Оптоэлектронные информационные технологии в современном физическом эксперименте (д-р техн. наук В. Г. Меледин)

Применение методов экспериментального моделирования для разработки эффективных и экологически чистых энергетических установок (канд. физ.-мат. наук С. И. Шторк)

Процессы переноса в двухфазных системах с микроканалами, нанопокрытиями и контактными линиями газ - жидкость - твердое тело (д-р физ.-мат. наук О. А. Кабов)

Ядерная энергетика: состояние и перспективы (д-р техн. наук В. В. Саломатов)

Пылевая (комплексная) плазма – область междисциплинарных исследований (д-р физ.-мат. наук Г. И. Сухинин)

Перспективы использования воды в сверхкритическом флюидном состоянии для развития «зеленой» энергетики (д-р физ.-мат. наук А. А. Востриков)

Инновационная энергетика и энергетическая безопасность (чл.-корр. РАН Д. М. Маркович)

Теплофизические проблемы взаимодействия лазерного излучения с веществом (д-р физ.-мат. наук Н. М. Булгакова)

Необычные свойства жидких металлических сплавов (д-р физ.-мат. наук Р. А. Хайрулин)

Томографическая диагностика в задачах гидроаэродинамики. 3D анемометрия по изображениям частиц (канд. техн. наук М. П. Токарев)

Газодинамический синтез алмаза (академик РАН А. К. Ребров)

Оптоэлектронные информационные технологии в современном физическом эксперименте (д-р техн. наук В. Г. Меледин)

Применение методов экспериментального моделирования для разработки эффективных и экологически чистых энергетических установок (канд. физ.-мат. наук С. И. Шторк)

Теплофизические проблемы взаимодействия лазерного излучения с веществом (д-р физ.-мат. наук Н. М. Булгакова)

Необычные свойства жидких металлических сплавов (д-р физ.-мат. наук Р. А. Хайрулин)

5. Перечень учебной литературы.

Современные проблемы моделирования энергетических процессов. Под ред. проф. К.Ханьялича, чл.-корр. РАН Д.М.Марковича, к.ф.-м.н. Д.Ф.Сиковского. Новосибирск, Изд-во НГУ, 2016. 452с. 28,2 печ.л. ISBN 978-5-4437-0572-9

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Современные проблемы моделирования энергетических процессов. Под ред. проф. К.Ханьялича, чл.-корр. РАН Д.М.Марковича, к.ф.-м.н. Д.Ф.Сиковского. Новосибирск, Изд-во НГУ, 2016. 452с. 28,2 печ.л. ISBN 978-5-4437-0572-9

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

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

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

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

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 лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой 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.

Реализация дисциплины осуществляется с применением электронного обучения на платформе Zoom где обучение проводится на виртуальных аналогах, позволяющим достигать запланированных результатов по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

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.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Зачет по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области современных проблем теплофизики. Зачет проводится в конце семестра по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать основы теплообмена и физической гидрогазодинамики, теплофизические основы создания нового поколения энергетических и энергосберегающих технологий и установок, основные теплофизические свойства веществ, теплофизические аспекты водородной энергетики, актуальные проблемы и исследования теплофизики, базовые разделы теплофизики: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы и способы их использования при решении научно-инновационных задач.	Проведение контрольных работ, экзамен.

<p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p>	<p>Уметь анализировать физические механизмы, характерные для выполненного исследования, объяснять принцип действия основных установок, используемых в исследованиях ИТ СО РАН;</p> <p>решать типовые учебные задачи по основным разделам теплофизики; применять полученную теоретическую базу для решения научно-инновационных задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий; применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов теплофизики, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов теплофизики для решения научно-инновационных задач; применять знания теплофизики для анализа и обработки результатов физических экспериментов; проводить анализ научной и технической информации в области теплофизики и смежных дисциплин.</p>	<p>Проведение контрольных работ, экзамен.</p>
<p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Владеть основными понятиями теплофизики, методами определения основных параметров веществ, навыками самостоятельного поиска и анализа информации по современному состоянию развития выбранной области исследований.</p> <p>навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам теплофизики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов теплофизики; навыками решения базовых задач по теплофизики; основными методами научных исследований; навыками использования теоретических основ базовых разделов теплофизики при решении научно-инновационных задач; знаниями на уровне, позволяющем проводить эффективный анализ научной и технической информации в области теплофизики и смежных дисциплин.</p>	<p>Проведение контрольных работ, экзамен.</p>

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Современные проблемы теплофизики».

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	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	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)	ПК 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.

10.3 Типовые контрольные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы к зачету по курсу «Современные проблемы теплофизики»

- 1) Стрела времени и синергетика
- 2) Прогресс в изучении физики кипения, испарения. Новые современные методы интенсификации теплообмена и методология исследований
- 3) Томографическая диагностика в задачах гидроаэродинамики. 3D анемометрия по изображениям частиц
- 4) Исследование теплообмена в турбулентных газочапельных потоках
- 5) Автоволновые структуры в системах с энерговыделением

- 6) Свободная конвекция в природных и технологических системах
- 7) Газодинамический синтез алмаза
- 8) Оптоэлектронные информационные технологии в современном физическом эксперименте
- 9) Применение методов экспериментального моделирования для разработки эффективных и экологически чистых энергетических установок
- 10) Процессы переноса в двухфазных системах с микроканалами, нанопокровностями и контактными линиями газ - жидкость - твердое тело
- 11) Ядерная энергетика: состояние и перспективы
- 12) Пылевая (комплексная) плазма – область междисциплинарных исследований
- 13) Перспективы использования воды в сверхкритическом флюидном состоянии для развития «зеленой» энергетики
- 14) Инновационная энергетика и энергетическая безопасность
- 15) Теплофизические проблемы взаимодействия лазерного излучения с веществом
- 16) Необычные свойства жидких металлических сплавов

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.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Современные проблемы теплофизики»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного