

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«__» _____ 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СПЛОШНЫХ СРЕДАХ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Неравновесные процессы в сплошных средах	Код модуля 1126055
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП 1 Физика кинетических явлений
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Черняк Владимир Григорьевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Заведующий кафедрой	общей и молекулярн ой физики	

Руководитель модуля

В.Г. Черняк

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «Неравновесные процессы в сплошных средах»

1.1. Объем модуля, 6 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль входит в вариативную часть учебного плана по выбору студента, включает дисциплины: Гидродинамика, Термодинамика необратимых процессов. Изучение модуля формирует у студента «способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность (РО-О1)», «Способность осуществлять научно-инновационную деятельность (РО-О2)» и «способность осуществлять научные исследования процессов переноса и релаксации в материальных средах (РО-ТОП 1)».

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВС) Гидродинамика	7	9	42		51	39	Экзамен, 18	108	3
2.	(ВС) Термодинамика необратимых процессов	8	8	40		48	42	Экзамен, 18	108	3
Всего на освоение модуля			17	82	0	99	81	36	216	6

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Гидродинамика, Термодинамика необратимых процессов
3.2.	Корреквизиты	Кинетика фазовых переходов при высоких давлениях, Термодинамика необратимых процессов

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
03.03.02/01.02	РО-О1 способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность;	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ

		применимости моделей; ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.
	РО-О2 Способность осуществлять научно-инновационную деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований; ПК4-способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин; ПК5-способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.
	РО-ТОП 1 способность осуществлять научные исследования процессов переноса и релаксации в материальных средах	ДПК2-способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК7	ОПК 2	ОПК 3	ПК1	ПК3	ПК4	ПК5	ДПК 2
1	(ВС) Гидродинамика	*	*	*	*	*	*	*	*
2	(ВС) Термодинамика необратимых процессов	*	*		*		*	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

Не предусмотрено

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГИДРОДИНАМИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Неравновесные процессы в сплошных средах	Код модуля 1126055
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Черняк Владимир Григорьевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Заведующи й кафедрой	общей и молекуля рной физики	

Руководитель модуля

В.Г. Черняк

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Гидродинамика

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Гидродинамика» является разделом механики сплошных сред. Изучает закономерности движения жидкости и газа. *Цель дисциплины* – сформировать у студентов начальное представление о моделях и методах описания движения жидкостей, в том числе вблизи поверхности твердого тела. Изучаются теория движения идеальной жидкости, ламинарного и турбулентного движения вязкой жидкости, устойчивость движения жидкости, гидродинамическое подобие и теория размерности, теория пограничного слоя, элементы газодинамики. Фундаментальная система уравнений движения жидкости используется при изучении дисциплины «Термодинамика необратимых процессов».

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;

ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

ДПК2 - способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: фундаментальные концепции и модели гидродинамики.

Уметь: ставить и решать типовые задачи гидродинамики идеальной и вязкой жидкости.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): демонстрировать навыки постановки и решения типовых задач гидродинамики, расчета силы сопротивления и подъемной силы, которые действуют на движущееся в жидкости тело.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения

	Виды учебной работы	Объем дисциплины	Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
--	---------------------	------------------	---

№ п/п		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	39	7.65	39
6.	Промежуточная аттестация	18	2.33	Э,18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	60.98	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Идеальная жидкость	Модель идеальной жидкости. Замкнутая система уравнений движения идеальной жидкости. Изэнтропическое движение. Уравнение Бернулли. Вихревое движение. Потенциальное движение. Методы описания движения идеальной жидкости. Парадокс Даламбера. Эффект Магнуса.
2	Вязкая жидкость	Уравнение Навье – Стокса. Граничные условия. Вихревое движение вязкой жидкости. Диссипация кинетической энергии. Течения Куэтта и Пуазейля. Движение вязкой жидкости между вращающимися цилиндрами. Задача Стокса.
3	Методы подобия и размерности	Подобие гидродинамических движений. Коэффициенты сопротивления. Метод размерностей физических величин.
4	Турбулентность	Устойчивость стационарного течения жидкости. Уравнения Рейнольдса. Тензор турбулентных напряжений. Теория Прандтля. Развитая турбулентность. Закон Колмогорова – Обухова.
5	Пограничный слой	Уравнения Прандтля. Обтекание полубесконечной пластины (1). Толщина пограничного слоя. Интегральное соотношение Кармана. Обтекание полубесконечной пластины (2). Отрыв пограничного слоя. Турбулентный пограничный слой.
6	Параметры газа, движущегося с дозвуковой и сверхзвуковой скоростями	Термодинамические параметры газа в заторможенном потоке. Стационарный одномерный поток сжимаемого газа. Сопло Лавалья. Истечение газа из резервуара через сужающийся насадок.
7	Ударные волны	Конус Маха. Поверхности разрыва. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио). Прямая ударная волна в идеальном газе. Ударные волны слабой интенсивности. Ударная волна при взрыве.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведении занятия (час.)
1	1	Критерий сжимаемости жидкости. Вихревое движение идеальной жидкости	2
1	2	Потенциальное движение идеальной жидкости	2
1	3	Метод конформных отображений. Парадокс Даламбера.	2
1	4	Метод суперпозиции потенциальных потоков. Эффект Магнуса. Движение бесконечного цилиндра в идеальной жидкости.	2
2	5	Вихревое движение вязкой жидкости. Диссипация кинетической энергии в несжимаемой вязкой жидкости.	2
2	6	Плоское течение Куэтта. Плоское течение Пуазейля.	2
2	7	Цилиндрическое течение Пуазейля. Цилиндрическое течение Куэтта.	2
2	8	Задача Стокса о сопротивлении шара.	2
3	9	Гидродинамическое подобие. Моделирование.	2
3	10	Метод размерностей в гидродинамике.	2
4	11	Устойчивость стационарного движения жидкости. Устойчивость движения жидкости между коаксиальными вращающимися цилиндрами.	2
4	12	Уравнения Рейнольдса. Теория Прандтля.	2
4	13	Развитая турбулентность.	2
4	14	Турбулентное движение жидкости в трубах.	2
5	15	Безразмерные уравнения Прандтля. Обтекание полубесконечной пластины.	2
5	16	Интегральное соотношение Кармана.	2
5	17	Обтекание полубесконечной пластины. Отрыв пограничного слоя.	2
6	18	Стационарный одномерный поток сжимаемого газа. Сопло Лавалья.	2
6	19	Истечение газа из резервуара через сужающийся насадок.	2
7	20	Прямая ударная волна в идеальном газе.	2
7	21	Ударные волны слабой интенсивности. Ударная волна при взрыве.	2

Всего: 42

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

1. Использование уравнения Бернулли.
2. Турбулентное движение жидкости в шероховатых трубах.

4.3.5. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

- 4.3.6. **Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)**
не предусмотрено
- 4.3.4 **Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**
не предусмотрено
- 4.3.5. **Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**
не предусмотрено
- 4.3.6. **Примерный перечень тем расчетно-графических работ**
не предусмотрено
- 4.3.7. **Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**
не предусмотрено
- 4.3.8. **Примерная тематика контрольных работ**
1. Идеальная жидкость,
 2. Вязкая жидкость,
 3. Турбулентность, Пограничный слой,
 4. Газовая динамика
- 4.3.9. **Примерная тематика коллоквиумов**
не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
1-7				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Черняк В.Г., Суетин П. Е. Механика сплошных сред. М.: Физматлит 2006.
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69276>>.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Теоретическая физика, Т.6. М.: Наука «Физматлит», 1986.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Механика жидкости и газа. Избранное [Электронный ресурс] : сб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2003. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48228>.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1, М: 1994
3. Победря Б.Е., Георгиевский Д.В. Основы механики сплошной среды. Курс лекций. М.: Физматлит 2006. <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82605>>
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. М.: Физмат гиз 1963, Т.1,2.
5. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. Ижевск: НИЦ «РХД» 2000.

9.2.Методические разработки

не используются

9.3.Программное обеспечение

не используются

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Зональная научная библиотека УрФУ lib.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.2		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещаемость лекций</i>	<i>7, 1-17</i>	<i>50</i>
<i>Мини- опрос по темам лекций</i>	<i>7, 1-17</i>	<i>50</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.8		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	<i>7, 1-17</i>	<i>21</i>
<i>Выполнение домашних работ</i>	<i>7, 3-15</i>	<i>9</i>
<i>Контрольная работа по разделу 1</i>	<i>7, 4</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа по разделу 2</i>	<i>7, 8</i>	<i>15</i>
<i>Контрольная работа по разделам 3-5</i>	<i>7, 14</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа по разделам 6-7</i>	<i>7, 17</i>	<i>15</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
<i>7</i>	<i>1</i>

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

– НТК не используется

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Модель идеальной жидкости. Тензор напряжений для идеальной жидкости. Уравнение Эйлера. Уравнение сохранения внутренней энергии.
2. Изэнтропическое движение. Уравнение Эйлера в форме Громека. Граничные условия.
3. Потенциальное движение жидкости. Уравнение стационарного, потенциального, изэнтропического движения идеальной жидкости в поле силы тяжести. Уравнение Бернулли для сжимаемой и несжимаемой жидкости.
4. Линии тока и траектории при стационарном и нестационарном движении. Трубка тока. Уравнение линий тока. Уравнение Бернулли для непотенциального движения. Баротропное движение.
5. Скорость истечения идеальной несжимаемой жидкости из сосуда. Распределение давления в трубе переменного сечения. Кавитация. Трубка Пито.
6. Критическая точка и критическая линия тока. Влияние сжимаемости среды. Критерий для учета сжимаемости.
7. Вихревое движение идеальной жидкости. Теорема Томсона о сохранении циркуляции скорости. Пределы применимости теоремы Томсона.
8. Вихревая линия и вихревая трубка. Теорема Гельмгольца для интенсивности вихревой трубки.
9. Прямолинейная одиночная вихревая нить. Вихревое движение и движение по замкнутым траекториям. Вихревые кольца. Вихревые движения в атмосфере.
10. Потенциальное движение идеальной жидкости. Потенциал скорости. Уравнение Бернулли для нестационарного потенциального движения.
11. Уравнение для потенциала скорости при потенциальном движении идеальной несжимаемой жидкости. Граничные условия.
12. Плоское движение несжимаемой жидкости. Функция тока. Свойства функции тока. Ортогональность линий тока и эквипотенциальных линий.
13. Метод конформных отображений. Обтекание бесконечного цилиндра.
14. Распределение давления по поверхности обтекаемого цилиндра. Парадокс Даламбера.
15. Метод суперпозиции потенциальных потоков. Обтекание цилиндра с циркуляцией. Эффект Магнуса. Теорема Жуковского о подъемной силе.
16. Непосредственное решение уравнений движения на примере задачи о движении цилиндра в идеальной несжимаемой жидкости.
17. Присоединенная масса.
18. Модель вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Замкнутая система уравнений движения вязкой жидкости.
19. Граничные условия к уравнению Навье-Стокса.

20. Вихревое движение вязкой жидкости.
21. Диссипация кинетической энергии в несжимаемой вязкой жидкости.
22. Плоское течение Куэтта.
23. Плоское течение Пуазейля.
24. Цилиндрическое течение Пуазейля.
25. Движение жидкости между двумя вращающимися цилиндрами.
26. Медленное обтекание шара потоком вязкой несжимаемой жидкости.
27. Подобие гидродинамических движений. Безразмерные уравнения движения. Критерии подобия.
28. Коэффициенты сопротивления. Аналитические коэффициенты сопротивления.
29. Устойчивость стационарного течения жидкости.
30. Устойчивость движения жидкости между двумя коаксиальными цилиндрами.
31. Турбулентное движение. Эксперименты Рейнольдса.
32. Уравнения Рейнольдса. Тензор турбулентных напряжений.
33. Теория Прандтля.
34. Турбулентное движение жидкости в трубе.
35. Развитая турбулентность. Турбулентная вязкость. Закон Колмогорова-Обухова.
36. Пограничный слой. Уравнения Прандтля. Уравнения Прандтля в безразмерном виде.
37. Обтекание полубесконечной пластины. Толщина вытеснения. Разгонный участок на входе жидкости в трубу.
38. Интегральное соотношение Кармана. Обтекание полубесконечной пластины (с использованием интегрального соотношения Кармана).
39. Отрыв пограничного слоя.
40. Турбулентный пограничный слой и кризис сопротивления.
41. Движение сжимаемого газа. Скорость звука. Температура торможения.
42. Стационарный одномерный поток сжимаемого газа. Сопло Лавала.
43. Истечение газа из резервуара через сужающийся насадок.
44. Распространение малых возмущений в газе, движущемся с дозвуковой и сверхзвуковой скоростями. Конус Маха.
45. Поверхности разрыва. Условия на поверхности разрыва. Прямая ударная волна и прямой скачок уплотнения.
46. Ударная адиабата Гюгонио.
47. Прямая ударная волна в идеальном газе.
48. Ударные волны слабой интенсивности.
49. Образование ударных волн.
50. Ударная волна при взрыве.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА НЕОБРАТИМЫХ ПРОЦЕССОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Неравновесные процессы в сплошных средах	Код модуля 1126055
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Поликарпов Алексей Филиппович	к.ф.-м.н.	доцент	Общей и молекулярной физики	

Руководитель модуля

В.Г. Черняк

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Термодинамика необратимых процессов

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в вариативную часть Модуля по выбору «Неравновесные процессы в сплошных средах». Траектории образовательной программы «Физика кинетических явлений» общей характеристики образовательной программы уровня подготовки бакалавров и изучается в 8 семестре. Курс строится на знаниях, полученных при изучении дисциплин обязательных модулей «Общая физика», «Общий физический практикум», «Теоретическая физика», обязательных модулей Траектории образовательной программы «Кинетические явления в материальных средах», «Экспериментальные методы в физике». В рамках дисциплины излагаются такие разделы, как основные законы термодинамики открытых систем, примеры применения теории Онзагера, самоорганизация в сильнотермодинамических системах, броуновское движение, неравновесная термодинамика и уравнение Больцмана.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

ПК4-способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

ПК5-способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

ДПК2-способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: знать основные понятия, законы и модели механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики, физики колебаний и волн, оптики, атомной и ядерной физики;

знать основные понятия, законы и модели классической и квантовой механики, электродинамики, термодинамики и статистической физики;

Уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов разрабатывать стратегию научных исследований; проводить расчеты основных физических величин, характеризующих равновесные и неравновесные свойства твердых тел, жидкостей и газов на основе существующих моделей.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): Владеть экспериментальными и теоретическими методами исследования неравновесных процессов.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	Аудиторные занятия	48	40	40
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	40	32	32
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	42	7.65	42
6.	Промежуточная аттестация	18	2.33	Э, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	57.53	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основные положения классической термодинамики неравновесных процессов.
P2	Основные законы термодинамики открытых систем	Термодинамическое описание равновесных и неравновесных систем. Принцип локального равновесия. Уравнение баланса энтропии и законы сохранения. Обобщенные потоки и обобщенные термодинамические силы. Обобщенные кинетические коэффициенты и соотношения симметрии Онзагера. Вариационные принципы в линейной неравновесной термодинамике. Принцип минимального производства энтропии для слабонеравновесных стационарных состояний
P3	Примеры применения теории Онзагера	Термодиффузия (эффект Соре) и эффект Дюфура. Термоэлектрический потенциал (эффекты Пельтье, Зеебека и Томсона).
P4	Самоорганизация в сильнонеравновесных системах	Диссипативные неравновесные структуры. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина. Способы описания сильнонеравновесных систем. Глобальный критерий устойчивости по Ляпунову. Динамические системы. Динамический хаос.
P5	Броуновское движение	Уравнение Ланжевена для броуновской частицы. Характер движения броуновской частицы. Случайные силы. Смещение броуновской частицы
P6	Неравновесная термодинамика и уравнение Больцмана	Кинетическая теория и принцип Онзагера. Метод Чепмена -Энскога и неравновесная термодинамика. Уравнение баланса энтропии в первом приближении Энскога. О едином описании кинетических и гидродинамических процессов (метод Климонтовича). Неравновесная термодинамика граничных условий. Теорема взаимности и соотношения симметрии.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1 Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации и по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации и по модулю (час.)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*			Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	
P1	Введение	1,2	1	1		0,2	0,2	0,2														0			Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
P2	Основные законы термодинамики открытых систем	2,4	2	2		0,4	0,4	0,4													0							
P3	Примеры применения теории Онзагера	24,6	9	1	8	15,6	3,6	0,2	3,4			12			1						0							
P4	Самоорганизация в сильнонеравновесных системах	24,2	9	1	8	15,2	3,2	0,2	3			12			1													
P5	Броуновское движение	24,2	9	1	8	15,2	3,2	0,2	3			12			1													
P6	Неравновесная термодинамика и уравнение Больцмана	27,4	10	2	8	17,4	3,4	0,4	3			12			1						2	1						
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	40	8	32	0	64	14	1,6	12,4	0	0	48	0	0	48	0	0	0	0	0	2	1	0	В т.ч. промежуточная аттестация			
	Всего по дисциплине (час.):	108	40			68																		4	0	0	0	

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1-4	Теория Онсагера и явления переноса.	8
P4	5-8	Решение нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих различные неравновесные процессы.	8
P5	9-12	Моделирование движения броуновской частицы.	8
P6	13-16	Расчет кинетических коэффициентов в явлениях теплопереноса	8
Всего:			32

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Прерывные системы. Осмотическое давление и проницаемость мембран.
2. Необратимые процессы в поляризованных средах.
3. Диффузионный и термодиффузионный потенциалы.
4. Вязкое течение и явления релаксации.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

«не предусмотрено»

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

«не предусмотрено»

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

«не предусмотрено»

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Расчет кинетических коэффициентов в явлениях теплопереноса

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

«не предусмотрено»

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение
------------------------------	--------------------------	---

	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1- P6				*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Агеев, Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах: в вопросах и ответах : учебное пособие / Е.П. Агеев. - Изд. 2-е, исправ. и доп. - Москва : МЦНМО, 2005. - 160 с. - ISBN 5-94057-191-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63243>

9.1.2.Дополнительная литература

1. Гуров, К. П. Феноменологическая термодинамика необратимых процессов: физ. основы . - М. : Наука, 1978. - 128 с
2. Гроот С. де, Мазур П. Неравновесная термодинамика. М.: Мир. 1964

9.2.Методические разработки

«не используются»

9.3.Программное обеспечение

Scilab

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

lib2.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	8, 1-17	40
Мини-контрольная работа	8, 1-17	20
Выполнение реферата	8, 7-12	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	8, 1-8	40
Контрольная работа	8, 6	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта- не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
8	1

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО

КОНТРОЛЯ

НТК не используется

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

«не предусмотрено»

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий.

Расчет кинетических коэффициентов (вязкости, теплопроводности) на основе кинетического уравнения Больцмана.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

«не предусмотрено»

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

«не предусмотрено»

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Основные положения классической термодинамики неравновесных процессов.
2. Основные постулаты термодинамики неравновесных процессов. Минимальность термодинамического потенциала в состоянии равновесия. Принцип Ле-Шателье. Устойчивость по Ляпунову (I и II теоремы Ляпунова).
3. Первый закон термодинамики неравновесных процессов для открытых систем (закон сохранения энергии для открытой неравновесной системы).
4. Асимптотическая устойчивость. Второй закон термодинамики неравновесных процессов для открытых систем. Производство энтропии. Изолированные и открытые системы.
5. Третий закон термодинамики неравновесных процессов для открытых систем (теорема Пригожина о минимуме производства энтропии для линейных процессов, ее недостатки и ограничения, ее доказательство).
6. Решение проблемы термодинамических неравенств. Тождества неравновесной термодинамики и доказательство неравенств.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

«не предусмотрено»

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

«не используются»

8.3.8. Интернет-тренажеры

«не используются»