

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики**

УТВЕРЖДАЮ

**Директор института технологий и
инженерной механики**



**Могильная Е.П.
2023 г.**

« 28 » 04

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ФИЗИКИ»**

По направлению подготовки 03.04.02 Физика
Магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Дополнительные разделы физики» для магистров по направлению подготовки 03.04.02 Физика, магистерская программа Теоретическая и математическая физика – 18 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Дополнительные разделы физики» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики
Лыштва Е.Ю.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры физики
«18» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.
Переутверждена: «__» 20__ г., протокол № __

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики
«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Лыштва Е.Ю., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Дополнительные разделы физики» – раскрытие перед студентами основ учения о механике жидкостей и газов, теплопередаче и массопередаче, их места и роли в современных технологических процессах и технических устройствах.

Задачи:

рассмотреть общие законы движения и равновесия жидких и газообразных сред;

рассмотреть общие законы тепло- и массопередачи;

формировать умение решать практические задачи механики жидкости и газа, тепло- и массопередачи основными математическими методами;

сформировать умение формулировать реальные задачи, связанные с движением жидкости или газа, в терминах дисциплины;

обучить умению рационально выбирать метод решения задачи;

научить навыкам построения и исследования математических моделей для описания параметров потоков движущихся сред в широком диапазоне условий.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Дополнительные разделы физики» входит в Блок 1. Дисциплины (модули) вариативной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»).

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Теоретическая механика и механика сплошных сред», «Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика», и служит основой для углубленного освоения дисциплины «Компьютерное моделирование физических процессов», а также для прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, для научно-исследовательской работы и при подготовке магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с	ПК-1.1. Знает основные научные направления и концепции в области физики. ПК-1.2. Знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности	Знать: фундаментальные законы и теории классической и современной механики жидкости, газа и плазмы, в т. ч. механики многофазных сред, современные вычислительные методы; задачи механики жидкости и газа, методы их решения; понятия, гипотезы и допущения, применяемые при

использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	современной аппаратуры для физических исследований. ПК-1.3. Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий.	описании состояния покоя и движения сплошной среды; законы сохранения массы, количества движения и энергии; основные элементы теории гидродинамического подобия; основные законы теплопередачи и массопередачи;
	ПК-1.4. Владеет навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современных методов и средств, методами обработки и обобщения информации, представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования	Уметь: ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области гидро-газодинамики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; правильно использовать основные расчетные формулы механики жидкости и газа, тепло- и массопередачи при постановке и решении конкретных технических задач; использовать разработанные методы и пакеты стандартных программ для нахождения оптимальных вариантов решения гидравлических задач; использовать знания по механике жидкости и газа в дальнейшем обучении и практической деятельности.
		Владеть: навыками проведения научных исследований в области гидро-газодинамики и тепломассопереноса, навыками применения методов и средств измерения характеристик течений жидкостей и газов; навыками умения работать с современной научно-технической и нормативной литературой по механике жидкости и газа, тепло- и массопередачи; методами обработки и обобщения информации, представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)			Заочная форма
	Очная форма			
	1 сем.	2 сем.	всего	

Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	108 (2 зач. ед)	252 (7 зач.ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	60	56	126	-
Лекции	42	28	70	-
Семинарские занятия	-	-	-	-
Практические занятия	28	28	56	-
Лабораторные работы	-	-	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-	-	-
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	74/0	40/12	114/12	-
Форма аттестации	Экзамен	Зачет	-	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Элементы гидродинамики

Методы Лагранжа и Эйлера кинематического исследования течения жидкости. Основные характеристики движения жидкости. Скорость и расход жидкости. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр. Установившийся и неустановившийся потоки. Вязкость. Режимы движения жидкости. Характеристики ламинарного потока. Некоторые характеристики турбулентного потока. Масштаб турбулентности. Коэффициент турбулентной вязкости.

Тема 2. Основные фундаментальные уравнения механики жидкости и газа.

Уравнение неразрывности потока. Уравнение неразрывности при одномерном описании установившихся потоков. Вид уравнения неразрывности для установившегося движения несжимаемой среды. Уравнения движения Эйлера. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли.

Тема 3. Основы теории подобия и анализа размерностей

Основы теории подобия. Геометрическое подобие. Подобие физических явлений. Теоремы подобия. Основные принципы метода анализа размерностей. П-теорема.

Гидродинамическое подобие. Приближенное моделирование. Автомодельность. Модифицированные и производные критерии подобия.

Тема 4. Газодинамика.

Уравнение первого начала термодинамики для потока газа.

Располагаемая работа газа в потоке. Основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения. Скорость звука. Скорость истечения. Секундный расход идеального газа через сопло. Истечение газа из

сосуда неограниченной емкости. Сопло Лаваля. Истечение газов с учетом трения. Параметры торможения.

Семестр 2

Тема 5. Основы теплопередачи.

Теплопроводность. Передача тепла конвекцией. Основное уравнение теплопередачи. Теплоотдача. Тепловое подобие.

Тема 6. Основы массопередачи.

Молекулярная диффузия. Турбулентная диффузия. Конвективный массоперенос. Уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Подобие процессов переноса массы. Модели процессов массопереноса.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 1			
1	Основные характеристики движения жидкости.	4	-
2	Уравнение неразрывности потока.	2	-
3	Уравнения движения Эйлера.	2	-
4	Уравнения Навье-Стокса.	2	-
5	Уравнение Бернулли	2	-
6	Основы теории подобия.	2	-
7	Основные принципы метода анализа размерностей.	2	-
8	Гидродинамическое подобие	2	-
9	Уравнение первого начала термодинамики для потока газа	4	
10	Располагаемая работа газа в потоке.	2	-
11	Основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения..	2	-
12	Скорость звука	2	
13	Скорость истечения	2	
14	Секундный расход идеального газа через сопло.	2	
15	Истечение газа из сосуда неограниченной емкости.	2	
16	Сопло Лаваля	4	
17	Истечение газов с учетом трения.	2	
18	Параметры торможения	2	
Итого		42	
Семестр 2			
19	Теплопроводность..	4	
20	Передача тепла конвекцией.	2	
21	Основное уравнение теплопередачи	2	
22	Теплоотдача.	2	
23	Тепловое подобие	2	
24	Молекулярная диффузия	2	
25	Турбулентная диффузия	2	
26	Конвективный массоперенос	2	
27	Уравнение массопередачи	2	
28	Уравнение массоотдачи.	2	
29	Подобие процессов переноса массы	2	
30	Модели процессов массопереноса.	4	
Итого		28	
Итого за курс:		70	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 1			
1	Основные характеристики движения жидкости.	4	-
2	Уравнение неразрывности потока. Уравнения движения Эйлера	2	-
3	Уравнения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли	2	-
4	Основы теории подобия.	2	-
5	Основные принципы метода анализа размерностей	2	-
6	Гидродинамическое подобие.	2	-
7	Уравнение первого начала термодинамики для потока газа	2	-
8	Располагаемая работа газа в потоке	2	-
9	Основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения. Скорость звука	4	
10	Скорость истечения. Секундный расход идеального газа через сопло	2	-
11	Истечение газа из сосуда неограниченной емкости. Сопло Лавалья	2	-
12	Истечение газов с учетом трения. Параметры торможения	2	
Итого		28	
Семестр 2			
13	Теплопроводность..	4	
14	Передача тепла конвекцией.	2	
15	Основное уравнение теплопередачи	2	
16	Теплоотдача.	2	
17	Тепловое подобие	2	
18	Молекулярная диффузия	2	
19	Турбулентная диффузия	2	
20	Конвективный массоперенос	2	
21	Уравнение массопередачи	2	
22	Уравнение массоотдачи.	2	
23	Подобие процессов переноса массы	4	
24	Модели процессов массопереноса.	2	
Итого		28	
Итого за курс:		56	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Дополнительные разделы физики» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
Семестр 1				
1	Основные характеристики движения жидкости.	Выполнение домашнего задания	14	-
2	Основные фундаментальные уравнения механики жидкости и газа.	Выполнение домашнего задания	12	-
3	Основы теории подобия.	Выполнение домашнего задания	12	-

4	Основные принципы метода анализа размерностей.	Выполнение домашнего задания	12	-
5	Уравнение первого начала термодинамики для потока газа	Выполнение домашнего задания	12	-
6	Основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения.	Выполнение домашнего задания	12	-
Итого:			74	-
<i>Семестр 2</i>				
7	Теплопроводность. Передача тепла конвекцией	Выполнение домашнего задания	8	-
8	Основное уравнение теплопередачи. Теплоотдача. Тепловое подобие	Выполнение домашнего задания	8	-
9	Молекулярная диффузия. Турбулентная диффузия. Конвективный массоперенос.	Выполнение домашнего задания	8	-
10	Уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи.	Выполнение домашнего задания	8	-
11	Подобие процессов переноса массы. Модели процессов массопереноса.	Выполнение домашнего задания	8	-
Итого:			40	-
Всего за два семестра			114	-

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Дополнительные разделы физики» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д. Гидродинамика /Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – [3-е изд.] – М.: Наука, 1986. – 736 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Лев Герасимович Лойцянский. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / Андрей Георгиевич Касаткин. – [10-е изд.] – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 753 с.
4. Беляев Н.М. Термодинамика / Николай Михайлович Беляев. – К.: Вища школа Головное изд-во, 1987. – 344 с.
5. Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – [2-е изд.]. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 550 с.

6. Задачник по тепломассообмену: учебное пособие / Ф.Ф. Цветков, Р.В. Керимов, В.И. Величко. – [2-е изд.] – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 196 с.

7. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеев. – [2-е изд.] – М.: Энергия, 1977. – 344с.

б) дополнительная литература:

1. Прандтль Л. Гидроаэромеханика / Людвиг Прандтль; пер. с нем. Г.А. Вольперта. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 576 с.

2. Механика жидкости и газа: учебное пособие для вузов [2-е изд.]; под ред. В.С. Швыдкого. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 464 с.

3. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача / Борис Николаевич Юдаев. – М.: Высшая школа, 1988. – 479 с.

4. Калюжный Г.С. Теплообмен в оптопневматической ячейке: [монография] / Г.С. Калюжный, А.А. Коваленко, Е.Ю. Лыштва. – Луганск: изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2012. – 172 с.

в) методические указания:

1. Корсунов К.А., Лыштва Е.Ю., Харченко Е.И., Каменев С.А. Дополнительные разделы физики. Часть.1. Гидро- и газодинамика: учебное пособие. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2023. – 72 с. Рег.№044УП от 06.02. 2023 г.

2. Корсунов К.А., Лыштва Е.Ю., Харченко Е.И., Чаленко А.В. Дополнительные разделы физики. Часть.2. Тепломассообмен: учебное пособие. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2023. – 72 с. Рег.№049УП от 06.02. 2023 г.

г) Интернет-ресурсы:

•Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

•Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

•Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

•Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

•Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

•Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

•Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

•Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

•Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

•Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –

<https://www.studmed.ru>

- Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) – <https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>
- Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

- Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются комплекты электронных презентаций / слайдов, раздаточный материал, наглядные пособия в аудиториях, оснащенных презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Дополнительные разделы физики»

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Дополнительные разделы физики»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Тема 1. Элементы гидродинамики.	1
				Тема 2. Основные фундаментальные уравнения механики жидкости и газа.	1
				Тема 3. Основы теории подобия и анализа размерностей	1
				Тема 4. Газодинамика	1
				Тема 5. Основы теплопередачи	2
				Тема 6. Основы массопередачи.	2

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1 ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Знать: фундаментальные законы и теории классической и современной механики жидкости, газа и плазмы, в т. ч. механики многофазных сред, современные вычислительные методы; задачи механики жидкости и газа, методы их решения; понятия, гипотезы и допущения, применяемые при описании состояния покоя и движения сплошной среды; законы сохранения массы, количества движения и энергии; основные элементы теории гидродинамического подобия; основные законы теплопередачи и массопередачи; Уметь ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области гидро-газодинамики с	Темы 1–6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

		использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; правильно использовать основные расчетные формулы механики жидкости и газа, тепло- и массопередачи при постановке и решении конкретных технических задач; использовать разработанные методы и пакеты стандартных программ для нахождения оптимальных вариантов решения гидравлических задач; использовать знания по механике жидкости и газа в дальнейшем обучении и практической деятельности. Владеть исследований в области гидрогазодинамики и тепломассопереноса, навыками применения методов и средств измерения характеристик течений жидкостей и газов; навыками умения работать с современной научно-технической и нормативной литературой по механике жидкости и газа, тепло- и массопередачи; методами обработки и обобщения информации, представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.		
--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Дополнительные разделы физики»

Вопросы к контрольным работам:

Семестр 1

Основы гидродинамики

1. Дайте определение переменным Лагранжа и переменным Эйлера.
2. Какую систему уравнений называют уравнениями Эйлера?
3. Какую систему уравнений называют уравнениями Лагранжа?
4. Дайте определение линии тока и траектории частицы.
5. Дайте определение трубки тока, элементарной струйки.
6. Дайте определение расхода жидкости через сечение трубки тока и через сечение произвольной формы и размеров.
7. Что такое живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, средняя скорость потока?
8. Как определяется «коэффициент динамической вязкости»? Какова его размерность?
9. Какая связь между коэффициентами динамической и кинематической вязкости?
10. Запишите закон внутреннего трения Ньютона.
11. Какое движение жидкости называется ламинарным?
12. Какое движение жидкости называется турбулентным?
13. Запишите критерий Рейнольдса

14. Запишите формулу Пуазейля для расхода жидкости при ламинарном течении.

Основные фундаментальные уравнения механики жидкости и газа

1. Проявлением какого закона сохранения является уравнение неразрывности?

2. Какой вид имеет уравнение неразрывности для неустановившегося и установившегося движения несжимаемой среды?

3. Запишите обобщенную форму уравнения неразрывности.

4. На основании какого закона динамики исследуется кинематика потоков жидкости и газа?

5. Какой баланс сил рассматривается при выводе уравнения движения невязких жидкостей?

6. Как выглядит уравнение движения невязких жидкостей в обобщенной форме?

7. Напишите уравнение движения невязкой жидкости вдоль линии тока (одномерные уравнения Эйлера, Бернулли).

8. Как выглядит уравнение Бернулли (одномерная форма уравнения Эйлера) для вязкой жидкости при равенстве скоростей в каждой точке проходного сечения?

Основы теории подобия и анализа размерностей

1. Дайте определение сходственных точек пространства и сходственных моментов времени.

2. Какие явления называются подобными?

3. Что означает геометрическое подобие? Приведите примеры.

4. В чем заключается подобие физических явлений?

5. Опишите временное подобие и кинематическое подобие.

6. Дайте определение подобия полей физических величин.

7. Что такое константа подобия? Приведите примеры.

8. Что такое инвариант подобия?

9. Поясните понятия числа подобия и критерия подобия.

10. Перечислите основные числа гидродинамического подобия и поясните их физический смысл.

11. Сформулируйте основные теоремы теории подобия.

12. Укажите основные положения теории анализа размерностей.

13. Сформулируйте π -теорему теории размерностей.

14. Какие отношения называются критериями подобия?

15. Приведите критерии Фруда Fr , Эйлера Eu , Рейнольдса Re , критерий гомохронности Ho . Что они учитывают?

16. Приведите критериальное уравнение для решения уравнения Навье-Стокса.

17. Запишите обобщенное, или критериальное уравнение гидродинамики.

18. Какой процесс называется автомодельным?

19. Какие критерии называются модифицированными и производными?

20. Опишите критерии Галилея Ga , Архимеда Ar , критерий теплового подобия Грасгофа Gr , число Струхала Sh и тепловое число Te .

Газодинамика

1. Запишите уравнение первого начала термодинамики для потока газа.
2. Какая физическая величина называется энтальпией? Удельной энтальпией?
3. Запишите уравнение первого начала термодинамики для потока газа при адиабатном течении.
4. Что такое сопла и диффузоры?
5. Дайте определение располагаемой работы.
6. Что описывает число Маха? Каков физический смысл числа Маха газового потока?
7. Какая скорость называется дозвуковой и сверхзвуковой?
8. Сформулируйте основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения.
9. Запишите уравнение профиля канала.
10. Приведите условие достижения критической скорости.
11. Как можно определить скорость звука при адиабатическом течении газа?
12. Какими параметрами газа определяется скорость истечения газа? Приведите формулу скорости истечения.
13. Получите формулу массового секундного расхода газа через сопло.
14. От чего зависит критическое отношение давлений?
15. Приведите формулы максимального секундного расхода и критической скорости истечения.
16. Какой канал называют соплом Лавалья?
17. Приведите формулы минимальной площади поперечного сечения сопла Лавалья и площади выходного сечения.
18. Как определяется длина расширяющейся части сопла Лавалья?
19. Что означает понятие торможение потока?
20. Как определяются параметры торможения в случае заторможенного адиабатного потока?

Семестр 2

Основы теплопередачи

1. Перечислите основные понятия теории теплообмена.
2. Запишите основное уравнение теплопередачи.
3. Дайте определение градиента температуры и плотности теплового потока.
4. Запишите закон Фурье для передачи тепла теплопроводностью.
5. Получите дифференциальное уравнение теплопроводности.

6. Каков смысл коэффициента теплопроводности материалов и от чего зависит его величина?
7. Получите дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
8. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи и от чего зависит его величина?

Теплообмен излучением

1. Дайте определение и укажите основные характеристики теплового излучения.
2. Назовите основные законы теплового излучения.
3. Как связаны между собой коэффициенты поглощения и отражения?
4. Запишите формулу, определяющую взаимное излучение двух твердых тел.
5. Какие газы излучают (и поглощают) электромагнитную энергию?
6. Какие параметры определяют величину результирующего лучистого теплового потока между твердым телом и газом?

Основы массопередачи

1. Перечислите и охарактеризуйте основные виды процессов массопередачи.
2. Каким уравнением описывается молекулярная диффузия?
3. Что показывает коэффициент молекулярной диффузии?
4. Какой процесс переноса вещества называется турбулентной диффузией?
5. Получите дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
6. Объясните механизм процессов массопереноса.
7. Какие допущения положены в основу моделей процессов массопереноса.
8. Опишите пленочную модель массопереноса, модель диффузионного пограничного слоя и модель проницания.
9. Запишите уравнение массоотдачи.
10. Запишите основное уравнение массопередачи.
11. Запишите зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи.

Подобие процессов переноса массы

1. Запишите зависимость, характеризующую подобие условий переноса на границе фазы.
2. Запишите диффузионный критерий Нуссельта. Что выражает равенство критерия Нуссельта в сходственных точках подобных систем??
3. Получите выражение для диффузионного критерия Фурье.
4. Что является необходимым условием подобия неустановившихся процессов массоотдачи?
5. Что выражает критерий Пекле?
6. При каких условиях соблюдается подобие распределения концентраций и одновременно подобие скоростей в потоках?

7. Как определяется критерий Прандтля?
8. Как определяется критерий Стэнтона?
9. Как определяется обобщенное, или критериальное, уравнение массоотдачи?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
хорошо (4)	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
удовлетворительно (3)	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
неудовлетворительно (2)	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

Семестр 1

1. Методы Лагранжа и Эйлера кинематического исследования течения жидкости.
2. Основные характеристики движения жидкости.
3. Установившийся и неустановившийся потоки.
4. Режимы движения жидкости.
5. Уравнение неразрывности потока.
6. Уравнения движения Эйлера.
7. Уравнения Навье-Стокса.
8. Уравнение Бернулли.
9. Основы теории подобия. Теоремы подобия.
10. Термодинамическая система.
11. Основные принципы метода анализа размерностей.
12. Гидродинамическое подобие.
13. Уравнение первого начала термодинамики для потока газа.
14. Располагаемая работа газа в потоке.
15. Основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения
16. Скорость звука
17. Скорость истечения.
18. Секундный расход идеального газа через сопло
19. Истечение газа из сосуда неограниченной емкости.
20. Сопло Лавалья.
21. Истечение газов с учетом трения.
22. Параметры торможения.

1. Основные понятия теории теплообмена
2. Основное уравнение теплопередачи
3. Теплопроводность.
4. Передача тепла конвекцией.
5. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена
6. Теплоотдача.
7. Тепловое подобие.
8. Перенос теплоты путем теплового излучения.
9. Спектры излучения.
10. Характеристики теплового излучения.
11. Законы теплового излучения.
12. Взаимное излучение двух твердых тел.
13. Лучеиспускание газов.
14. Виды процессов массопередачи.
15. Молекулярная диффузия.
16. Турбулентная диффузия.
17. Конвективный массоперенос.
18. Механизм процессов массопереноса.
19. Модели процессов массопереноса
20. Уравнение массоотдачи.
21. Уравнение массопередачи.
22. Подобие процессов переноса массы.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)