

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА РЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	6 семестр - 16 часов;
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 141,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чусов С.И.
	Идентификатор	R4210572c-ChusovSI-7ebcd3e8

(подпись)

С.И. Чусов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

(подпись)

О.М.

Митрохова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ движения реальных жидкостей и освоение методов расчета их течения в конкретных объектах тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС

Задачи дисциплины

- изучение методологии точных решений уравнений Навье-Стокса для конкретных объектов;
- изучение теоретических основ движения реальных жидкостей при больших числах Рейнольдса в пристеночном (пограничном) слое при ламинарном и турбулентном режимах течения;
- изучение особенностей турбулентных течений, их характеристик и расчетных методов на основе полуэмпирических теорий турбулентности;
- изучение и освоение методик расчета течения реальных жидкостей в трубах, диффузорах, решетках профилей турбомашин.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - физическую картину возникновения вторичных течений в криволинейных каналах и методы их снижения; - особенности движения жидких и газообразных сред на участках с положительным продольным градиентом давления и методы представления отрыва потока от обтекаемых поверхностей; - теоретические основы закономерностей движения жидкостей в трубах и трубопроводах; - теоретические основы закономерностей течения реальных жидкостей при ламинарном и турбулентных течениях; - уравнения движения реальных жидкостей. уметь: - определять безразмерные коэффициенты, характеризующие аэродинамические качества конкретного оборудования турбомашин; - рассчитывать гидравлическое сопротивление трубопроводов, содержащих ряд местных сопротивлений; - обрабатывать результаты экспериментальных данных,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		полученных при исследовании теплотехнического оборудования электростанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса	16	6	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса" и подготовка к тесту «Уравнения движения и их частные формы»</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 276-286</p>
1.1	Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Уравнения движения реальных сред	21		5	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Уравнения движения реальных сред	21		5	-	4	-	-	-	-	-	12	-	

														[3], глава 8
3	Пограничный слой	49		7	6	10	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Пограничный слой" и подготовка к контрольной работе «Уравнения Прандтля и Кармана для расчета пограничного слоя»
3.1	Пограничный слой	49		7	6	10	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы «Исследование пограничного слоя» <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Пограничный слой" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 300-375 [2], стр. 25-32 [3], глава 8
4	Движение жидкости в трубопроводах и их расчет	35		3	4	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Движение жидкости в трубопроводах и их расчет" и подготовка к тесту «Движение жидкости в трубопроводах»
4.1	Движение жидкости в трубопроводах и их расчет	35		3	4	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы «Определение аэродинамического сопротивления трубопровода» <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Движение жидкости в трубопроводах и их расчет" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u>

														[1], стр. 410-474 [2], стр. 63-70 [3], глава 12 [5], 316 с.
5	Диффузоры в турбомашин, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров	44	6	6	6	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Диффузоры в турбомашин, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров", подготовка к тесту «Исследование диффузоров» и контрольной работе «Влияние геометрических и режимных параметров на эффективность диффузоров»	
5.1	Диффузоры в турбомашин, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров	44	6	6	6	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы «Исследование пограничного слоя в канале с положительным градиентом давления» <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Диффузоры в турбомашин, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 410-474 [2], стр. 51-57 [3], глава 15 [4], глава 7	
6	Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин	15	3	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин" и подготовка к тесту «Классификация потерь энергии в решетках турбомашин и их природа»	
6.1	Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин	15	3	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет	

													коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 492-502 [3], глава 15 [4], глава 8
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0	28	16	28	-	2	-	-	0.5	108	33.5	
	Итого за семестр	216.0	28	16	28		2		-	0.5		141.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса

1.1. Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса
Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях, уравнения движения Навье-Стокса и уравнения движения для турбулентных течений.

2. Уравнения движения реальных сред

2.1. Уравнения движения реальных сред

Примеры точных решений уравнений Навье-Стокса (Течение Круэтта). Течение смазки в упорном подшипнике. Движение жидкости в трубах.

3. Пограничный слой

3.1. Пограничный слой

Основные понятия и определения. Интегральные толщины пограничного слоя и их использование для определения коэффициентов расхода, коэффициентов сопротивления, коэффициентов потерь энергии. Уравнения Прандтля и Кармана для пограничного слоя. Расчет пограничного слоя. Физическая картина отрыва пограничного слоя с гладких обтекаемых поверхностей. Сопротивление тел в потоке реальных жидкостей.

4. Движение жидкости в трубопроводах и их расчет

4.1. Движение жидкости в трубопроводах и их расчет

Движение несжимаемой жидкости в трубах. Движение сжимаемой жидкости в трубах. Местные сопротивления и расчет их коэффициентов сопротивления. Элементы расчета сложных трубопроводов.

5. Диффузоры в турбомашинах, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров

5.1. Диффузоры в турбомашинах, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров

Диффузоры. Их влияние на эффективность регулирующих клапанов и выхлопных патрубков турбомашин. Классификация диффузоров. Процесс преобразования энергии в диффузорных клапанах. Влияние геометрических и режимных параметров диффузоров на их эффективность. Методика расчета эффективности диффузоров и пути повышения их эффективности.

6. Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин

6.1. Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин

Классификация решеток профилей турбомашин. Физическая природа профильных и концевых потерь энергии. Методика расчета профильных и концевых потерь. Возможные пути снижения концевых и профильных потерь в решетках профилей.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет стабилизированных ламинарных течений в цилиндрических трубах (2 часа);
2. Расчет несущей способности упорного подшипника скольжения по его геометрическим параметрам (4 часа);

3. Расчет коэффициентов расхода через цилиндрические сопла при отсутствии смыкания пограничных слоев при ламинарном и турбулентном течениях в пределах пограничного слоя (2 часа);
4. Расчет коэффициентов сопротивления пластин и крыловых профилей при заданном законе изменения скоростей по отводам этих профилей (4 часа);
5. Расчет течений сжимаемой жидкости в трубах с определением характера изменения скорости вдоль их продольной оси (4 часа);
6. Расчет сопротивлений в трубопроводах с учетом местных сопротивлений (4 часа);
7. Расчет влияния диффузоров на сопротивление регулирующих клапанов и на давление за последней ступенью паровых и газовых турбин (4 часа);
8. Расчетная оценка влияния степеней раскрытия проточной части диффузоров на их аэродинамические характеристики (2 часа);
9. Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках профилей конечной длины (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование пограничного слоя (6 часов);
2. Определение аэродинамического сопротивления трубопровода (4 часа);
3. Исследование пограничного слоя в канале с положительным градиентом давления (6 часов).

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
уравнения движения реальных жидкостей	ИД-1ПК-1	+	+					Тестирование/Тест «Уравнения движения и их частные формы»
теоретические основы закономерностей течения реальных жидкостей при ламинарном и турбулентных течениях	ИД-1ПК-1			+				Лабораторная работа/Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя»
теоретические основы закономерностей движения жидкостей в трубах и трубопроводах	ИД-1ПК-1				+			Лабораторная работа/Лабораторная работа «Определение аэродинамического сопротивления трубопровода» Тестирование/Тест «Движение жидкости в трубопроводах»
особенности движения жидких и газообразных сред на участках с положительным продольным градиентом давления и методы представления отрыва потока от обтекаемых поверхностей	ИД-1ПК-1					+		Лабораторная работа/Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя в канале с положительным градиентом давления» Тестирование/Тест «Исследование диффузоров»
физическую картину возникновения вторичных течений в криволинейных каналах и методы их снижения	ИД-1ПК-1						+	Тестирование/Тест «Классификация потерь энергии в решетках турбомашин и их природа»
Уметь:								
обрабатывать результаты экспериментальных данных, полученных при исследовании теплотехнического оборудования электростанций	ИД-1ПК-1			+				Контрольная работа/Контрольная работа «Уравнения Прандтля и Кармана для расчета пограничного слоя» Лабораторная работа/Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя»
рассчитывать гидравлическое сопротивление	ИД-1ПК-1				+			Лабораторная работа/Лабораторная работа

трубопроводов, содержащих ряд местных сопротивлений							«Определение аэродинамического сопротивления трубопровода»
определять безразмерные коэффициенты, характеризующие аэродинамические качества конкретного оборудования турбомашин	ИД-1ПК-1					+	Контрольная работа/Контрольная работа «Влияние геометрических и режимных параметров на эффективность диффузоров» Лабораторная работа/Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя в канале с положительным градиентом давления»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Влияние геометрических и режимных параметров на эффективность диффузоров» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Уравнения Прандтля и Кармана для расчета пограничного слоя» (Контрольная работа)
3. Тест «Движение жидкости в трубопроводах» (Тестирование)
4. Тест «Исследование диффузоров» (Тестирование)
5. Тест «Классификация потерь энергии в решетках турбомашин и их природа» (Тестирование)
6. Тест «Уравнения движения и их частные формы» (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя в канале с положительным градиентом давления» (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя» (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа «Определение аэродинамического сопротивления трубопровода» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Зарянкин А.Е.- "Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей", Издательство: "МЭИ", Москва, 2014 - (590 с.)

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009031.html>;

2. Гидрогазодинамика: лабораторные работы : методическое пособие по курсу "Гидрогазодинамика" по направлениям "Энергомашиностроение", "Теплоэнергетика" / В. Ф. Касилов, Л. Я. Лазарев, В. В. Нитусов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 88 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7796;

3. Зарянкин, А. Е. Сборник задач по гидрогазодинамике : Учебное пособие для вузов теплоэнергетических специальностей / А. Е. Зарянкин, В. Ф. Касилов . – М. : Изд-во МЭИ, 1995 . – 336 с. - ISBN 5-7046-0018-2 : 2000.00 .;
4. Дейч, М. Е. Техническая газодинамика / М. Е. Дейч . – 3-е изд., перераб . – М. : Энергия, 1974 . – 592 с.;
5. Идельчик, И. Е. Гидравлические сопротивления (физико-механические основы) / И. Е. Идельчик . – М-Л : Госэнергоиздат, 1954 . – 316 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-26, Учебная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-21, Учебная аудитория	
Учебные аудитории для проведения лабораторных	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

занятий	П-33а, Лаборатория Газодинамики	
	П-33, Лаборатория Газодинамики	
	П-32, Учебная аудитория лаборатории газодинамики	стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-26, Учебная аудитория	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов	
Помещения для консультирования	П-24а, Кабинет заведующего кафедрой	
	П-35, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (доц. Чусов С.И.)	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	П-05/1, Помещение для учебного инвентаря	
	П-03/3, Подсобное помещение	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика реальной жидкости

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Уравнения движения и их частные формы» (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа «Уравнения Прандтля и Кармана для расчета пограничного слоя» (Контрольная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Тест «Движение жидкости в трубопроводах» (Тестирование)
- КМ-5 Лабораторная работа «Определение аэродинамического сопротивления трубопровода» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Контрольная работа «Влияние геометрических и режимных параметров на эффективность диффузоров» (Контрольная работа)
- КМ-7 Тест «Исследование диффузоров» (Тестирование)
- КМ-8 Лабораторная работа «Исследование пограничного слоя в канале с положительным градиентом давления» (Лабораторная работа)
- КМ-9 Тест «Классификация потерь энергии в решетках турбомашин и их природа» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	4	5	6	7	8	10	11	12	14
1	Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса										
1.1	Уравнения движения реальных жидкостей в напряжениях и уравнения Навье-Стокса		+								
2	Уравнения движения реальных сред										
2.1	Уравнения движения реальных сред		+								
3	Пограничный слой										
3.1	Пограничный слой			+	+						
4	Движение жидкости в трубопроводах и их расчет										
4.1	Движение жидкости в трубопроводах и их					+	+				

	расчет									
5	Диффузоры в турбомашинах, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров									
5.1	Диффузоры в турбомашинах, факторы, определяющие их эффективность, методика расчета диффузоров						+	+	+	
6	Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин									
6.1	Расчет коэффициентов потерь энергии в решетках турбомашин									+
Вес КМ, %:		5	10	20	5	20	10	5	20	5