

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
НАГНЕТАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 51,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Расчетно-графическая работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

С.И. Чусов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

О.М.
Митрохова

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

В.Г. Грибин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение принципов действия, методик расчёта и основ проектирования и эксплуатации нагнетательных машин

Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ рабочих процессов в проточных частях нагнетательных машин;
- освоение методик расчёта нагнетательных машин и анализа их основных характеристик;
- овладение основами проектирования и эксплуатации нагнетательных установок.

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
РПК-2 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1 _{РПК-2} Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них. уметь: - определять параметры нагнетательной установки.
РПК-2 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{РПК-2} Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности	знать: - классификацию и принципы действия нагнетательных машин; - методики расчёта нагнетателя и сети. уметь: - рассчитывать характеристику сети.
РПК-2 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-5 _{РПК-2} Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструкционные решения	знать: - принципы пересчёта характеристик нагнетателей на иные параметры; - способы регулирования производительности нагнетателей; - принципы совместной работы нагнетателей на сеть. уметь: - пересчитывать нагнетатель на иные параметры; - подбирать нужные нагнетатели в необходимом количестве для обеспечения потребностей сети; - изменять производительность нагнетателей.

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 3 зачетных единицы, 108 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	Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы	3	8	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к текущему контролю: Тест «Классификация нагнетательных машин»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 21-44 [2], стр. 8-21 [3], стр. 24-71, 85-124</p>		
1.1	Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы	3		1	-	1	-	-	-	-	-	1	-			
2	Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей	14		5	-	4	-	-	-	-	-	-	5		-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к текущему контролю: Тест «Теория нагнетательных машин»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 8-14, 44-76 [2], стр. 29-60 [3], стр. 15-24</p>
2.1	Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей	14		5	-	4	-	-	-	-	-	-	5		-	
3	Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей	17		5	-	6	-	-	-	-	-	-	6		-	
3.1	Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей	17		5	-	6	-	-	-	-	-	-	6		-	

													[1], стр. 180-194 [2], стр. 116-127
4	Работа нагнетателя на сеть	16	5	-	5	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение пп.1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
4.1	Работа нагнетателя на сеть	16	5	-	5	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 14-17, 87-100 [2], стр. 289-292 [3], стр. 152-154
5	Пересчёт нагнетателей по методу подобия	22	7	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к контрольной работе: «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса»
5.1	Пересчёт нагнетателей по методу подобия	22	7	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение пп.3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
6	Способы регулирования производительности нагнетателей	11	3	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 76-87 [3], стр. 148-152
6.1	Способы регулирования производительности нагнетателей	11	3	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение пп.12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
7	Совместная работа нагнетателей на сеть	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 198-215 [2], стр. 289-292
7.1	Совместная работа нагнетателей на сеть	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение пп.15,16 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 100-139 [2], стр. 292-297 [3], стр. 163-169

	Всего за семестр	108.0		28	-	28	-	-	-	-	0.3	34	17.7	
	Итого за семестр	108.0		28	-	28	-	-	-	-	0.3	34	17.7	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы

1.1. Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы

Основные определения нагнетательных машин, классификация по рабочей среде, степени сжатия, по способу передачи энергии и принципу действия. Понятия подачи, напора, давления, удельной работы, мощности, КПД нагнетателя. Конструктивные схемы нагнетателей, их особенности, сферы применения и основные параметры.

2. Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей

2.1. Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей

Уравнения сохранения применительно к процессам в насосах и вентиляторах. Уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера применительно к течению жидкости в проточной части центробежных нагнетателей. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного нагнетателя, параллелограммы скоростей. Теоретические характеристики центробежного нагнетателя. Параллелограммы скоростей для лопаток, загнутых назад, вперед и радиальных. Зависимость напора от подачи для разных углов β_2 ; влияние угла β_2 на зависимость мощности от подачи. Действительные характеристики центробежных насосов и вентиляторов, вид характеристик насосов с лопатками, загнутыми вперед и назад.

3. Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей

3.1. Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей

Геометрические характеристики рабочих колёс центробежных насосов и вентиляторов. Определение основных размеров рабочих колёс центробежных насосов и вентиляторов. Особенности течения рабочего тела в спиральной камере и оценка оптимальной скорости течения. Расчёт спиральной камеры. Основные виды и причины потерь в нагнетателях. Расчёт гидравлического и полного КПД в центробежных насосах и вентиляторах. Порядок расчёта проточной части центробежных насосов и вентиляторов. Конструктивные схемы центробежных и осевых нагнетателей; их преимущества и недостатки. Особенности расчёта осевых нагнетателей. Осевое усилие в нагнетателе и способы его уравновешивания.

4. Работа нагнетателя на сеть

4.1. Работа нагнетателя на сеть

Максимальная и допустимая высоты всасывания насоса. Формула Руднева. Способы увеличения максимальной высоты всасывания. Явление кавитации, причины её возникновения и меры, снижающие вероятность её возникновения. Понятие сети (системы). Расчёт сопротивления сети. Работа нагнетателя в системе. Рабочая точка.

5. Пересчёт нагнетателей по методу подобия

5.1. Пересчёт нагнетателей по методу подобия

Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия нагнетателей. Пересчёт характеристик (подачи, напора, мощности) при изменении частоты вращения, размеров нагнетателя и плотности жидкости. Безразмерные характеристики. Расчёт параметров насоса с использованием безразмерных характеристик. Удельное число оборотов и коэффициент быстроходности. Классификация рабочих колёс насоса по коэффициенту быстроходности.

6. Способы регулирования производительности нагнетателей

6.1. Способы регулирования производительности нагнетателей

Различные способы регулирования производительности нагнетателей, их схемы, характеристики, достоинства и недостатки.

7. Совместная работа нагнетателей на сеть

7.1. Совместная работа нагнетателей на сеть

Совместная работа нескольких машин на общую сеть. Параллельное и последовательное соединение насосов. Построение совместных характеристик. Устойчивость работы насосов и вентиляторов на сеть с разной аккумулирующей способностью, явление помпажа.

3.3. Темы практических занятий

1. Определение вида и принципа действия нагнетателя (1 час);
2. Определение параметров насосных установок различных схем (2 часа);
3. Построение параллелограммов скоростей центробежного нагнетателя, определение теоретических характеристик центробежного нагнетателя (2 часа);
4. Построение действительных размерных характеристики нагнетателя с помощью таблицы параметров или функции (2 часа);
5. Определение основных размеров рабочих колёс центробежных насосов и вентиляторов (2 часа);
6. Расчёт допустимой высоты всасывания насоса (2 часа);
7. Расчёт сопротивления сети. Построение характеристики сети (3 часа);
8. Пересчёт размерных характеристик нагнетателя при изменении частоты вращения, размеров нагнетателя и плотности жидкости (2 часа);
9. Пересчёт безразмерных характеристик нагнетателя при изменении частоты вращения, размеров нагнетателя и плотности жидкости (4 часа);
10. Определение коэффициента быстроходности насоса, определение класса насоса по коэффициенту быстроходности (2 часа);
11. Определение параметров нагнетателя при различных способах регулирования производительности (4 часа);
12. Построение совместной характеристики нескольких нагнетателей, соединённых параллельно или последовательно (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

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	7		
Знать:										
теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них	ИД-1РПК-2		+							Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» Тестирование/Тест «Потери в нагнетателях» Тестирование/Тест «Теория нагнетательных машин»
методики расчёта нагнетателя и сети	ИД-2РПК-2				+					Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
классификацию и принципы действия нагнетательных машин	ИД-2РПК-2	+								Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» Тестирование/Тест «Классификация нагнетательных машин»
принципы совместной работы нагнетателей на сеть	ИД-5РПК-2								+	Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
способы регулирования производительности нагнетателей	ИД-5РПК-2								+	Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
принципы пересчёта характеристик нагнетателей на иные параметры	ИД-5РПК-2							+		Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» Контрольная работа/Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса»

Уметь:									
определять параметры нагнетательной установки	ИД-1 _{РПК-2}			+					Расчетно-графическая работа/Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
рассчитывать характеристику сети	ИД-2 _{РПК-2}				+				Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
изменять производительность нагнетателей	ИД-5 _{РПК-2}						+		Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» Контрольная работа/Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса»
подбирать нужные нагнетатели в необходимом количестве для обеспечения потребностей сети	ИД-5 _{РПК-2}					+	+	+	Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»
пересчитывать нагнетатель на иные параметры	ИД-5 _{РПК-2}					+			Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» Контрольная работа/Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса»

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
3. Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
4. Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
5. Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
6. Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» (Контрольная работа)
7. Тест «Классификация нагнетательных машин» (Тестирование)
8. Тест «Потери в нагнетателях» (Тестирование)
9. Тест «Теория нагнетательных машин» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Поляков, В. В. Насосы и вентиляторы : учебник для вузов по специальности "Теплоснабжения и вентиляция" / В. В. Поляков, Л. С. Скворцов . – М. : Стройиздат, 1990 . – 336 с. - ISBN 5-274-01021-0 .;
2. Ломакин, А. А. Центробежные и осевые насосы / А. А. Ломакин . – 2-е изд., перераб. и доп . – Л. : Машиностроение, 1966 . – 364 с.;
3. А. Н. Шерстюк- "Насосы, вентиляторы и компрессоры", Издательство: "Высшая школа", Москва, 1972 - (343 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561897>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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>

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-20, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-20, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-20, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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-35, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (доц. Чусов С.И.)	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	П-05а, Лаборатория аэродинамики	
	П-03б, Подсобное помещение	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Нагнетательные машины

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Классификация нагнетательных машин» (Тестирование)
- КМ-2 Тест «Теория нагнетательных машин» (Тестирование)
- КМ-3 Тест «Потери в нагнетателях» (Тестирование)
- КМ-4 Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» (Контрольная работа)
- КМ-7 Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-8 Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-9 Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

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:	2	4	6	8	9	10	10	11	12
1	Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы										
1.1	Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы		+								+
2	Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей										
2.1	Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей			+	+						+
3	Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей										

3.1	Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей				+					
4	Работа нагнетателя на сеть									
4.1	Работа нагнетателя на сеть					+				
5	Пересчёт нагнетателей по методу подобия									
5.1	Пересчёт нагнетателей по методу подобия						+		+	+
6	Способы регулирования производительности нагнетателей									
6.1	Способы регулирования производительности нагнетателей						+	+		+
7	Совместная работа нагнетателей на сеть									
7.1	Совместная работа нагнетателей на сеть									+
Вес КМ, %:		5	10	5	5	15	10	15	15	20