

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.14
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Интервью	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федюхин А.В.
	Идентификатор	Rc1c8a01a-FediukhinAV-59cb47d9

А.В. Федюхин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение видов, типовых характеристик, конструкции и режимов работы тепловых двигателей и нагнетателей..

Задачи дисциплины

- Изучение конструкции различных типов нагнетателей, тепловых двигателей и их технических характеристик.;
- Освоение методик расчета параметров нагнетателей и тепловых двигателе.;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании и эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей..

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 теплоэнергетики и теплотехники	ИД-3ПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования	знать: - Основные источники научно-технической информации по нагнетателям и тепловым двигателям.; - Характеристики основных типов нагнетателей и тепловых двигателей..
РПК-1 Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности	ИД-2РПК-1 Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования	знать: - Особенности эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоэнергетика и теплотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы термо- и газодинамики.
- уметь Выполнять расчеты в программных пакетах MS Excel и MathCad.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Тепловые двигатели	54	7	16	7	9	-	-	-	-	-	22	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые двигатели"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тепловые двигатели" материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Тепловые двигатели и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые двигатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые двигатели"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Тепловые двигатели". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по</p>
1.1	Тепловые схемы и термодинамические циклы паротурбинных установок (ПТУ).	10		4	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Основные типы паровых турбин.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Спецификации для выбора энергетических и приводных ПТУ.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.4	Тепловые схемы и термодинамические циклы газотурбинных (ГТУ). и парогазовых установок (ПГУ).	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.5	Основные типы газовых турбин.	6		2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.6	Подбор энергетических и приводных ГТУ.	7		2	1	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.7	Тепловые схемы и термодинамические циклы газо-поршневых установок (ГПУ). Спецификации для выбора ГПУ.	7		2	1	2	-	-	-	-	-	2	-	

													<p>$R=287,3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, $c_p=1,01 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, $c_v = 0,72 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$. 5) Определить фактическую скорость истечения пара из сопла С1, КПД и удельную потерю кинетической энергии пара в сопле ΔH_c, если начальные параметры пара перед соплом $P_0 = 2 \text{ МПа}$, $t_0 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$, давление пара за соплом $P_{1t} = 0,1 \text{ МПа}$ и скоростной коэффициент сопла $\varphi = 0,9$ ($C_0 = 0 \text{ м/с}$). 6) Определить степень реактивности и КПД ступени, если давление и температура пара перед ступенью $P_0= 0,5 \text{ МПа}$, $t_0= 200 \text{ }^\circ\text{C}$, давление пара за соплом $P_1= 0,2 \text{ МПа}$, а за ступенью $P_2= 0,1 \text{ МПа}$. Окружная скорость $u = 150 \text{ м/с}$. Углы лопаток $\alpha_1 = 16^\circ$, $\beta_2 = 16^\circ$, $\varphi = 0,95$, $\psi = 0,95$, $C_0 = 0 \text{ м/с}$.</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 2-7 [2], 110-115 [4], 2-5</p>
2	Нагнетатели	54	16	9	7	-	-	-	-	-	22	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>
2.1	Основные типы промышленных турбокомпрессоров (ПТК).	11	4	2	1	-	-	-	-	-	4	-	Повторение материала по разделу "Нагнетатели"
2.2	Уравнение Эйлера для турбомашин.	9	2	2	1	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Нагнетатели" материалу.
2.3	Спецификации для выбора ПТК. Способы регулирования ПТК.	8	2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	

2.4	Центробежные насосы.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Нагнетатели и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Нагнетатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нагнетатели"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Нагнетатели". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1) Определить развиваемый насосом статический напор $H_{ст}$ в закрытой емкости, если известны параметры: плотность жидкости $\rho_{ж} = 1080 \text{ кг/м}^3$, геометрическая высота $z = 3,2 \text{ м}$, потери давления в контуре $\Delta P = 1,6 \text{ бар}$, производительность насоса $Q = 2,2 \text{ м}^3/\text{ч}$, полезная мощность $N_{полз} = 4 \text{ кВт}$. 2) Определить мощность электродвигателя для привода питательного насоса для котельной с максимальной производительностью $G = 2,8 \text{ кг/с}$, если известны давление в барабане котла $P_б = 2,4 \text{ МПа}$, плотность воды $\rho = 958 \text{ кг/м}^3$, сопротивление всасывающего и нагнетательного трубопроводов $\Delta P = 0,15 \text{ МПа}$, коэффициент запаса по паропроизводительности котельной $\beta_1 = 1,2$, коэффициент запаса по напору $\beta_2 = 1,1$ и КПД питательного насоса $\eta = 0,74$. 3) Определить полное давление, создаваемое</p>
2.5	Характеристики центробежных насосов.	6		2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.6	Тягодутьевые машины (ТДМ).	6		2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.7	Регулируемые приводы центробежных нагнетателей: гидромолоты и ЧРП.	6		2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	

													провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 55-60 [2], 220-225 [3], 10-18
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	16	16		2		-	0.5		77.5	

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. Тепловые двигатели

1.1. Тепловые схемы и термодинамические циклы паротурбинных установок (ПТУ).
Энергетические показатели ПТУ..

1.2. Основные типы паровых турбин.
Особенности конструкции узлов ПТУ: рабочее колесо, сопловой аппарат, парораспределительные клапаны и диафрагмы, регенеративные подогреватели и конденсаторы..

1.3. Спецификации для выбора энергетических и приводных ПТУ.
Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТУ с помощью ЭВМ..

1.4. Тепловые схемы и термодинамические циклы газотурбинных (ГТУ) и парогазовых установок (ПГУ).
Энергетические показатели ГТУ и ПГУ..

1.5. Основные типы газовых турбин.
Особенности конструкции узлов ГТУ и ПГУ: компрессор, камера сгорания, турбина, котёл-утилизатор..

1.6. Подбор энергетических и приводных ГТУ.
Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ГТУ и ПГУ с помощью ЭВМ..

1.7. Тепловые схемы и термодинамические циклы газо-поршневых установок (ГПУ).
Спецификации для выбора ГПУ.
Энергетические показатели ГПУ..

2. Нагнетатели

2.1. Основные типы промышленных турбокомпрессоров (ПТК).
Особенности конструкции узлов ПТК: рабочее колесо, диафрагма, диффузор и промежуточный охладитель..

2.2. Уравнение Эйлера для турбомашин.
Энергетические показатели ПТК. Заводские характеристики турбокомпрессоров.
Пересчёт характеристик ПТК..

2.3. Спецификации для выбора ПТК. Способы регулирования ПТК.
Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТК с помощью ЭВМ..

2.4. Центробежные насосы.
Формы рабочих колес. Коэффициент быстроходности. КПД и мощность центробежных насосов..

2.5. Характеристики центробежных насосов.
Способы регулирования насосов. Допустимая высота всасывания. Явление кавитации..

2.6. Тягодутьевые машины (ТДМ).

Основные типы и особенности конструкции центробежных вентиляторов и дымососов. Заводские характеристики ТДМ. Подбор ТДМ. Регулирование ТДМ. Энергетические характеристики ТДМ..

2.7. Регулируемые приводы центробежных нагнетателей: гидромуфты и ЧРП.

Особенности конструкции и энергетические характеристики гидромуфт. Сравнительная эффективность гидромуфт и ЧРП..

3.3. Темы практических занятий

1. Насосы и насосные установки;
2. Вентиляторы;
3. Поршневые компрессоры;
4. Турбокомпрессоры;
5. Рабочий процесс в турбинной ступени;
6. Рабочий процесс в соплах турбин;
7. Циклы паротурбинных и газотурбинных установок.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Характеристика водо-воздушного эжектора;
2. Характеристики центробежных вентиляторов при индивидуальной и последовательной работе;
3. Параллельная работа центробежных вентиляторов;
4. Испытания центробежных насосов при индивидуальном и последовательном включении;
5. Параллельная работа центробежных насосов.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые двигатели"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нагнетатели"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловые двигатели"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нагнетатели"

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	
Знать:				
Характеристики основных типов нагнетателей и тепловых двигателей.	ИД-3ПК-1	+		Контрольная работа/Расчет параметров и характеристик тепловых двигателей
Основные источники научно-технической информации по нагнетателям и тепловым двигателям.	ИД-3ПК-1		+	Интервью/Защита лабораторных работ по теме "Насосы, вентиляторы, эжекторы"
Особенности эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей.	ИД-2РПК-1	+	+	Контрольная работа/Изучение технических характеристик насосного оборудования Контрольная работа/Расчет режимов работы вентиляторов и компрессоров

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Изучение технических характеристик насосного оборудования (Контрольная работа)
2. Расчет параметров и характеристик тепловых двигателей (Контрольная работа)
3. Расчет режимов работы вентиляторов и компрессоров (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ по теме "Насосы, вентиляторы, эжекторы" (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Нагнетатели и тепловые двигатели : сборник задач по курсам "Нагнетатели и тепловые двигатели", "Основы трансформации тепла и процессов охлаждения", "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии", "Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий" по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Федюхин, Н. В. Калинин, В. И. Ситас, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-2126-3 .

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10764;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10764)

2. Нагнетатели и тепловые двигатели : учебное пособие по курсам "Нагнетатели и тепловые двигатели", "Основы трансформации тепла и процессов охлаждения", "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии", "Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Н. В. Калинин, В. И. Субботин, В. И. Ситас, А. В. Федюхин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 216 с. - ISBN 978-5-7046-2021-1 .

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10391;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10391)

3. Леонов В. П.- "Расчет центробежного нагнетателя", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2018 - (29 с.)

[https://e.lanbook.com/book/172784;](https://e.lanbook.com/book/172784)

4. Леонов В. П.- "Расчет и проектирование осевого нагнетателя", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2019 - (17 с.)

[https://e.lanbook.com/book/172752.](https://e.lanbook.com/book/172752)

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).

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
3. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-407, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-417, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	С-103/1, Учебная лаборатория "Нагнетатели и тепловые двигатели"	стеллаж, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, лабораторный стенд, оборудование учебное, компьютер персональный, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-407, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-202а/1, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, стол для совещаний, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-015/1, Склад	шкаф для хранения инвентаря

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Нагнетатели и тепловые двигатели

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Изучение технических характеристик насосного оборудования (Контрольная работа)
- КМ-2 Расчет режимов работы вентиляторов и компрессоров (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет параметров и характеристик тепловых двигателей (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ по теме "Насосы, вентиляторы, эжекторы" (Интервью)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	14
1	Тепловые двигатели					
1.1	Тепловые схемы и термодинамические циклы паротурбинных установок (ПТУ).				+	
1.2	Основные типы паровых турбин.				+	
1.3	Спецификации для выбора энергетических и приводных ПТУ.				+	
1.4	Тепловые схемы и термодинамические циклы газотурбинных (ГТУ). и парогазовых установок (ПГУ).				+	
1.5	Основные типы газовых турбин.		+	+		
1.6	Подбор энергетических и приводных ГТУ.		+	+		
1.7	Тепловые схемы и термодинамические циклы газопоршневых установок (ГПУ). Спецификации для выбора ГПУ.		+	+		
2	Нагнетатели					
2.1	Основные типы промышленных турбокомпрессоров (ПТК).		+	+		
2.2	Уравнение Эйлера для турбомашин.					+
2.3	Спецификации для выбора ПТК. Способы регулирования ПТК.					+
2.4	Центробежные насосы.					+
2.5	Характеристики центробежных насосов.					+

2.6	Тягодутьевые машины (ТДМ).				+
2.7	Регулируемые приводы центробежных нагнетателей: гидромуфты и ЧРП.				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25