

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

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Техника и физика низких температур

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЕ АППАРАТЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ  
УСТАНОВОК**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 5; 8 семестр - 3; всего - 8</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>288 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 16 часов; 8 семестр - 28 часа; всего - 44 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 129,5 часа; 8 семестр - 49,5 часа; всего - 179,0 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Коллоквиум</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 1,0 час</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ястребов А.К.
	Идентификатор	R0e5b2163-YastrebovAK-2523fea7

(подпись)


А.К. Ястребов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed

(подпись)

А.П. Крюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов теплового и гидравлического расчета тепломассообменных аппаратов различных типов, применяемых в низкотемпературной технике

### Задачи дисциплины

- изучение основных видов тепломассообменных аппаратов, используемых в низкотемпературной технике;
- получение информации о методах теплового и гидравлического расчета тепломассообменных аппаратов различных типов;
- получение навыков применения этих методов при проектировании теплообменного оборудования в инженерной практике;
- получение навыков работы с информационной базой.

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-3 Готов к расчетно-экспериментальному анализу особенностей низкотемпературных процессов	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Владеет математическим аппаратом теплогидравлических расчетов при разработке схемных решений низкотемпературных систем	знать: - особенности конструкции и методики теплогидравлического расчета рекуперативных теплообменных аппаратов различных типов; - особенности конструкции и методики теплогидравлического расчета регенеративных теплообменных аппаратов различных типов.  уметь: - выполнять теплогидравлический расчет рекуперативных теплообменных аппаратов; - выполнять теплогидравлический расчет регенеративных теплообменных аппаратов воздухоразделительных установок.
ПК-4 Способен к проектированию узлов экспериментальных и промышленных низкотемпературных установок	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Знает принцип действия и характеристики оборудования и технологических схем низкотемпературных систем	знать: - особенности определения свойств теплоносителей для расчета оборудования низкотемпературных систем; - особенности применения различных конструкционных материалов в оборудовании низкотемпературных систем.  уметь: - вычислять характеристики теплообменного оборудования низкотемпературных систем (коэффициент теплопередачи, средний температурный напор и т.д.); - вычислять площадь поверхности

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		теплообмена и гидравлическое сопротивление для трубчатых поверхностей теплообмена в низкотемпературных системах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техника и физика низких температур (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы дисциплин «Тепломассообмен», «Термодинамика»

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 8 зачетных единиц, 288 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	Основы расчета и конструирования теплообменных аппаратов	144	7	16	-	32	-	-	-	-	-	96	-		
1.1	Теплофизические свойства теплоносителей	24		4	-	8	-	-	-	-	-	-	12		-
1.2	Конструкционные материалы низкотемпературной техники	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-
1.3	Основы расчета теплообменных аппаратов	108		8	-	24	-	-	-	-	-	-	76		-
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2.0	-	-	0.5	-	-		33.5
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>96</b>	<b>33.5</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>129.5</b>				
2	Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов	72	8	28	-	28	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Виды, особенности и принцип действия</p>	
2.1	Рекуперативные теплообменные аппараты	46		16	-	20	-	-	-	-	-	-	10		-
2.2	Регенеративные теплообменные аппараты	26		12	-	8	-	-	-	-	-	-	6		-

													теплообменных аппаратов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов"
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2.0	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	108.0		28	-	28	-	2.0	-	-	0.5	16	33.5
	Итого за семестр	108.0		28	-	28	2.0	-	-	0.5	-	49.5	
	<b>ИТОГО</b>	<b>288.0</b>	-	<b>44</b>	-	<b>60</b>	<b>4.0</b>	-	-	<b>1.0</b>	-	<b>179.0</b>	

**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. Основы расчета и конструирования теплообменных аппаратов

##### 1.1. Теплофизические свойства теплоносителей

Теплоносители, используемые в низкотемпературных установках. Определение теплофизических свойств газообразных и жидких теплоносителей. Влажный воздух и его свойства,  $h - x$  диаграмма влажного воздуха.

##### 1.2. Конструкционные материалы низкотемпературной техники

Конструкционные материалы, применяемые в низкотемпературной технике, их теплофизические, механические и технологические свойства. Особенности применения металлов, сплавов, полимерных материалов в низкотемпературной технике..

##### 1.3. Основы расчета теплообменных аппаратов

Назначение и роль теплообменных аппаратов в низкотемпературных установках. Общая классификация теплообменных аппаратов. Основные расчетные уравнения. Примеры использования тепломассообменных аппаратов в низкотемпературной технике (дрессельные рефрижераторы, воздухоразделительные установки). Особенности расчета коэффициента теплоотдачи и гидравлического сопротивления в теплообменных аппаратах низкотемпературной техники. Определение коэффициента теплопередачи при сложной геометрии поверхности теплообмена. Определение среднего температурного напора в теплообменных аппаратах, в том числе при переменных свойствах теплоносителей. Расчет гидравлического сопротивления теплообменных аппаратов. Показатели качества теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов с использованием связи между числом единиц переноса и эффективностью..

#### 2. Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов

##### 2.1. Рекуперативные теплообменные аппараты

Принцип действия рекуператоров, их преимущества и недостатки по сравнению с другими типами теплообменных аппаратов. Назначение, конструктивные особенности, сравнительные характеристики, методика теплового и гидравлического расчета, особенности расчета теплоотдачи и гидравлического сопротивления для рекуперативных теплообменников следующих типов: 1) труба в трубе; 2) прямотрубные; 3) витые поперечно-точные; 4) пластинчато-ребристые; 5) матричные..

##### 2.2. Регенеративные теплообменные аппараты

Принцип действия регенераторов. Использование регенераторов в криогенных газовых машинах и воздухоразделительных установках. Конструктивные особенности регенераторов различных типов. Температурный режим работы регенераторов. Методика теплового и гидравлического расчета регенераторов, особенности расчета теплоотдачи и гидравлического сопротивления. Очистка воздуха от примесей в регенераторах воздухоразделительных установок..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет теплофизических свойств теплоносителей (4 часа);
2. Определение параметров влажного воздуха по  $h - x$  диаграмме и расчетным путем, расчет процессов нагрева, охлаждения и смешивания влажного воздуха (4 часа);
3. Определение коэффициента теплопередачи при различной геометрии поверхности теплообмена (12 часов);

4. Расчет среднего температурного напора в теплообменных аппаратах (6 часов);
5. Определение выходных температур теплоносителей при поверочном расчете теплообменных аппаратов (6 часов);
6. Расчет гидравлического сопротивления в теплообменных аппаратах (6 часов);
7. Расчет влияния эффективности теплообменного аппарата на выход жидкости в ожижителя, работающем по схеме Линде (2 часа);
8. Определение площади поверхности теплообмена с использованием связи между числом единиц переноса и эффективностью (6 часов);
9. Тепловой и гидравлический расчет змеевиковых теплообменных аппаратов (4 часа);
10. Тепловой и гидравлический расчет прямотрубных теплообменных аппаратов (4 часа);
11. Тепловой и гидравлический расчет витых поперечно-точных теплообменных аппаратов (4 часа).;
12. Тепловой и гидравлический расчет пластинчато-ребристых теплообменных аппаратов (4 часа).;
13. Тепловой и гидравлический расчет матричных теплообменных аппаратов (4 часа).;
14. Тепловой и гидравлический расчет регенераторов воздухоразделительных установок (6 часов).;
15. Тепловой и гидравлический расчет регенераторов криогенных газовых машин (2 часа)..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы расчета и конструирования теплообменных аппаратов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы расчета и конструирования теплообменных аппаратов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов"

### **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	
<b>Знать:</b>				
особенности конструкции и методики теплогидравлического расчета регенеративных теплообменных аппаратов различных типов	ИД-1ПК-3		+	Коллоквиум/Регенеративные теплообменные аппараты
особенности конструкции и методики теплогидравлического расчета рекуперативных теплообменных аппаратов различных типов	ИД-1ПК-3		+	Коллоквиум/Рекуперативные теплообменные аппараты
особенности применения различных конструкционных материалов в оборудовании низкотемпературных систем	ИД-2ПК-4	+		Коллоквиум/Конструкционные материалы низкотемпературной техники
особенности определения свойств теплоносителей для расчета оборудования низкотемпературных систем	ИД-2ПК-4	+		Коллоквиум/Теплофизические свойства теплоносителей
<b>Уметь:</b>				
выполнять теплогидравлический расчет регенеративных теплообменных аппаратов воздухоразделительных установок	ИД-1ПК-3		+	Контрольная работа/Регенеративные теплообменные аппараты
выполнять теплогидравлический расчет рекуперативных теплообменных аппаратов	ИД-1ПК-3		+	Контрольная работа/Рекуперативные теплообменные аппараты
вычислять площадь поверхности теплообмена и гидравлическое сопротивление для трубчатых поверхностей теплообмена в низкотемпературных системах	ИД-2ПК-4	+		Контрольная работа/Основы расчета теплообменных аппаратов
вычислять характеристики теплообменного оборудования низкотемпературных систем (коэффициент теплопередачи, средний температурный напор и т.д.)	ИД-2ПК-4	+		Коллоквиум/Основы расчета теплообменных аппаратов

## **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. Основы расчета теплообменных аппаратов (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Конструкционные материалы низкотемпературной техники (Коллоквиум)
2. Основы расчета теплообменных аппаратов (Коллоквиум)
3. Теплофизические свойства теплоносителей (Коллоквиум)

#### **8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Регенеративные теплообменные аппараты (Контрольная работа)
2. Рекуперативные теплообменные аппараты (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Регенеративные теплообменные аппараты (Коллоквиум)
2. Рекуперативные теплообменные аппараты (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №7)

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

#### Экзамен (Семестр №8)

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

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Архаров, А. М. Криогенные системы. Основы теории и расчета : учебник для вузов по специальностям "Криогенная техника" и "Холодильные и компрессорные машины и установки" / А. М. Архаров, И. В. Марфенина, Е. И. Микулин . – 2-е изд., перераб. и доп. . – М. : Машиностроение, 1988 . – 464 с. - ISBN 5-217-00083-X .;
2. Григорьев, В. А. Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники : учебное пособие для вузов по специальности "Криогенная техника" / В. А. Григорьев, Ю. И. Крохин . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 312 с.;
3. Ястребов, А. К. Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Тепломассообменные аппараты низкотемпературных

установок" по направлению "Техническая физика" / А. К. Ястребов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 16 с. - ISBN 978-5-383-00033-5 ..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad;
4. Matlab.

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

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
9. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
10. 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	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная	стол, стул, мультимедийный

	лаборатория криофизики	проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-402, Аудитория каф. "ИТ"	стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок

(название дисциплины)

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Теплофизические свойства теплоносителей (Коллоквиум)
- КМ-2 Конструкционные материалы низкотемпературной техники (Коллоквиум)
- КМ-3 Основы расчета теплообменных аппаратов (Коллоквиум)
- КМ-4 Основы расчета теплообменных аппаратов (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	6	11	14
1	Основы расчета и конструирования теплообменных аппаратов					
1.1	Теплофизические свойства теплоносителей		+			
1.2	Конструкционные материалы низкотемпературной техники			+		
1.3	Основы расчета теплообменных аппаратов				+	+
Вес КМ, %:			20	20	35	25

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-5 Рекуперативные теплообменные аппараты (Коллоквиум)
- КМ-6 Рекуперативные теплообменные аппараты (Контрольная работа)
- КМ-7 Регенеративные теплообменные аппараты (Коллоквиум)
- КМ-8 Регенеративные теплообменные аппараты (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	10	12
1	Виды, особенности и принцип действия теплообменных аппаратов					
1.1	Рекуперативные теплообменные аппараты		+	+		
1.2	Регенеративные теплообменные аппараты				+	+
Вес КМ, %:			30	30	20	20

