

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

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физико-технические проблемы атомной энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ (СПЕЦГЛАВЫ)

Блок:	Блок 4 «Факультативы»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б4.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Никонов С.М.
	Идентификатор	R7ec65784-NikonovSM-8045003e

С.М. Никонов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелихов О.И.
	Идентификатор	Re9797a97-MelikhovOI-83f385d8

О.И. Мелихов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvostovaMS-a4cf11ca

М.С. Хвостова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении конструкций парогенераторов, теплофизических и физико-химических процессов, происходящих в парогенераторе и их влияния на конструктивные особенности.

Задачи дисциплины

- изучение теплогидравлических и физико-химических процессов в объеме парогенерирующих устройств;
- получение навыков по выбору конструкционных параметров парогенераторов на основе протекающих теплофизических процессов;
- получение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании парогенераторов АЭС;
- получение навыков по проектированию и тепловому расчету ПГ.

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 Способен самостоятельно определять направление и характер проводимых научно-практических работ, учитывать современные тенденции развития атомной энергетики	ИД-3 _{ПК-3} Знает современные тенденции развития атомной энергетики	знать: - принципы выбора конструктивной схемы; - влияние процессов, протекающих в ПГ, на надежность и экономичность основного оборудования АЭС; - основные характеристики ПГ АЭС; - методы получения чистого пара; - конструкционные материалы и расчет деталей парогенератора на прочность. уметь: - проводить расчеты баланса тепла ПГ; - проводить расчет стоимости ПГ и определение оптимальной скорости теплоносителя; - проводить расчеты материального баланса примесей рабочей среды; - рассчитывать теплогидравлические характеристики ПГ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Физико-технические проблемы атомной энергетики (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные принципы теплообмена
- знать методики расчета процессов теплопроводности в элементах конструкций, теплообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного теплообмена, радиационного теплообмена

- уметь самостоятельно анализировать процессы тепломассообмена, термодинамические процессы и циклы

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 2 зачетных единицы, 72 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	Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора	6	3	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 4-18</p>	
1.1	Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора	6		4	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам	6		4	-	-	-	-	-	-	-	2	-		<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 128-140 [6], стр. 26-95</p>
2.1	Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам	6		4	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
3	Способы передачи тепла в	6		4	-	-	-	-	-	-	-	2	-		

	Конструкционные материалы парогенераторов												поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов"
6.1	Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 315-399 [6], стр. 97-102
7	Расчет и проектирование парогенератора	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет и проектирование парогенератора"
7.1	Расчет и проектирование парогенератора	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет и проектирование парогенератора" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 3-15 [4], стр. 1-224 [8], стр. 99-103
8	Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов"
8.1	Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 317-323
	Зачет	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	

	Всего за семестр	72.0		32	-	-	-	-	-	0.3	22	17.7	
	Итого за семестр	72.0		32	-	-	-	-	-	0.3		39.7	

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. Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора

1.1. Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора

Понятие парогенератора. Место парогенератора в схеме АЭС. Основные характеристики ПГ. Классификация ПГ.

2. Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам

2.1. Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам

Конструктивные особенности ПГ АЭС в зависимости от типа РУ. Реакторные установки кипящего типа. Водно-водяные реакторы некипящего типа. Особенности конструктивных схем ПГ с водой под давлением. Особенности конструктивных схем ПГ обогреваемых жидкими металлами. Основные требования к ПГ..

3. Способы передачи тепла в парогенераторе. Виды теплоносителей

3.1. Способы передачи тепла в парогенераторе. Виды теплоносителей

Способы передачи тепла. Виды теплоносителей: высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные. Группы свойств, учитываемые при выборе теплоносителя: нейтронно-физические, теплофизические, физико-химические, технико-экономические. Вода и тяжелая вода как теплоноситель. Органические теплоносители. Газовые и жидкометаллические теплоносители. Особенности конструктивных схем..

4. Процессы, протекающие при производстве пара

4.1. Процессы, протекающие при производстве пара

Особенности теплообмена при кипении в ПГ. Конвективный теплообмен. Компоновка теплопередающей поверхности. Теплообмен при кипении. Режимы течения (структура течения) при нагревании жидкости в канале. Значения коэффициента теплоотдачи при различных режимах. Сепарация пара в ПГ. Механизм выноса влаги. Способы выравнивания паровой нагрузки.

5. Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена

5.1. Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена

Уравнение движения двухфазного потока в трубах. Расходные параметры двухфазного потока. Истинные характеристики двухфазного потока. Истинное объемное паросодержание. Расчет по различным моделям. Графическая интерпретация. Подъемное, опускное и противоточное движение фаз применительно к ПГ АЭС.

6. Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов

6.1. Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов

Основные проблемы физико-химических процессов в ПГ АЭС. Классификация примесей. Постоянная и периодическая продувка. Оптимизация продувки. Баланс примесей в ПГ АЭС по 2 контуру. Концепция ступенчатого испарения. Водный режим многоступенчатой схемы

испарения. Макрораспределение примесей по кипящему объему в ПГ. Микрораспределение примесей вблизи теплопередающей стенки. Распределение примесей в переходных процессах. Поведение шлама в объеме ПГ..

7. Расчет и проектирование парогенератора

7.1. Расчет и проектирование парогенератора

Тепловой расчет: определение тепловой мощности и расхода теплоносителя, определение площади теплопередающей поверхности, расчет коэффициента теплоотдачи от теплоносителя к стенке труб, расчет коэффициента теплоотдачи от стенки труб поверхности теплообмена к рабочему телу на входе, расчет коэффициента теплоотдачи от стенки труб поверхности теплообмена к рабочему телу на выходе. Конструкционный расчет ПГ: длина и масса труб теплопередающей поверхности, расчет коллекторов теплоносителя, геометрические размеры и масса коллекторов, расчет корпуса, расчет массы корпуса и массы ПГ. Расчет сепарационных устройств: расчет погружного дырчатого листа, расчет гравитационной сепарации. Гидравлический расчет ПГ: гидравлическое сопротивление по тракту теплоносителя, гидравлическое сопротивление по тракту рабочего тела, доля мощности главного циркуляционного насоса и питательных насосов.

8. Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов

8.1. Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов

Естественная и принудительная циркуляция в ПГ АЭС. Достоинства и недостатки. Организованный и неорганизованный контура циркуляции. Основные требования к ПГ при проектировании, монтаже, эксплуатации и ремонте.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Способы передачи тепла в парогенераторе. Виды теплоносителей"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Процессы, протекающие при производстве пара"

5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет и проектирование парогенератора"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов"

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	8	
Знать:										
конструкционные материалы и расчет деталей парогенератора на прочность	ИД-3ПК-3			+						Тестирование/Основные конструкции ПГ
методы получения чистого пара	ИД-3ПК-3				+					Тестирование/Методы получения чистого пара
основные характеристики ПГ АЭС	ИД-3ПК-3	+								Тестирование/Основные характеристики парогенератора
влияние процессов, протекающих в ПГ, на надежность и экономичность основного оборудования АЭС	ИД-3ПК-3								+	Тестирование/Принципы естественной безопасности
принципы выбора конструктивной схемы	ИД-3ПК-3		+							Тестирование/Конструктивные особенности различных типов парогенераторов
Уметь:										
рассчитывать теплогидравлические характеристики ПГ	ИД-3ПК-3					+				Контрольная работа/t,Q-диаграмма парогенератора Контрольная работа/Расчет характеристик двухфазного потока
проводить расчеты материального баланса примесей рабочей среды	ИД-3ПК-3						+			Контрольная работа/Микро- и макрораспределение примесей в парогенераторе
проводить расчет стоимости ПГ и определение оптимальной скорости теплоносителя	ИД-3ПК-3	+								Контрольная работа/Определение оптимальной скорости теплоносителя
проводить расчеты баланса тепла ПГ	ИД-3ПК-3							+		Контрольная работа/Тепловой расчет парогенератора

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструктивные особенности различных типов парогенераторов (Тестирование)
2. Методы получения чистого пара (Тестирование)
3. Микро- и макрораспределение примесей в парогенераторе (Контрольная работа)
4. Определение оптимальной скорости теплоносителя (Контрольная работа)
5. Основные конструкции ПГ (Тестирование)
6. Основные характеристики парогенератора (Тестирование)
7. Принципы естественной безопасности (Тестирование)
8. Расчет характеристик двухфазного потока (Контрольная работа)
9. Тепловой расчет парогенератора (Контрольная работа)
10. t, Q -диаграмма парогенератора (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика (производство тепловой и электрической энергии) : учебник для вузов по направлениям "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", "Электроэнергетика" / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. – 2-е изд., стер. – М. : КноРус, 2015. – 408 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-406-04328-8.;
2. Парогенераторы АЭС : методические указания для курсового проектирования по курсу "Парогенераторы АЭС" по направлению "Атомные электрические станции и установки" / В. И. Горбуров, В. П. Дик, С. В. Иванов, Р. П. Ануркин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2015. – 15 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=6979>;
3. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 кн. / Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – ISBN 978-5-383-00015-1.;
4. Александров, А. А. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики : справочник / А. А. Александров, К. А. Орлов, В. Ф. Очков. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 224 с. – ISBN 978-5-383-00405-0.;
5. Иванов, С. В. Совершенствование регламента проведения продувки в режимах останова блока с РБМК на основе динамики распределения примесей: 05.14.03 - Ядерные

энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации : диссертация кандидата технических наук / С. В. Иванов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М., 2010. – 155 с.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=865>;

6. Рассохин, Н. Г. Парогенераторные установки атомных электростанций : Учебник для вузов по специальности "Атомные электрические станции" / Н. Г. Рассохин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 384 с.;

7. Лабунцов Д.А. , Ягов В.В. - "Механика двухфазных систем", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (384 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72240;

8. С. С. Кутателадзе, В. М. Боришанский- "Справочник по теплопередаче", Издательство: "Госэнергоиздат", Москва, Ленинград, 1958 - (413 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257440>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. 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 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	Т-320, Учебная аудитория	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
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	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-317, Помещение учебно-вспомогательного персонала	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Парогенераторы (спецглавы)

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные характеристики парогенератора (Тестирование)
 КМ-2 Принципы естественной безопасности (Тестирование)
 КМ-3 t,Q-диаграмма парогенератора (Контрольная работа)
 КМ-4 Основные конструкции ПГ (Тестирование)
 КМ-5 Расчет характеристик двухфазного потока (Контрольная работа)
 КМ-6 Тепловой расчет парогенератора (Контрольная работа)
 КМ-7 Микро- и макрораспределение примесей в парогенераторе (Контрольная работа)
 КМ-8 Конструктивные особенности различных типов парогенераторов (Тестирование)
 КМ-9 Методы получения чистого пара (Тестирование)
 КМ-10 Определение оптимальной скорости теплоносителя (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10
		Неделя КМ:	4	4	6	8	8	10	12	14	15	16
1	Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора											
1.1	Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора		+									+
2	Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам											
2.1	Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам									+		
3	Способы передачи тепла в											

	парогенераторе. Виды теплоносителей										
3.1	Способы передачи тепла в парогенераторе. Виды теплоносителей				+						
4	Процессы, протекающие при производстве пара										
4.1	Процессы, протекающие при производстве пара									+	
5	Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена										
5.1	Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена			+		+					
6	Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов										
6.1	Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов							+			
7	Расчет и проектирование парогенератора										
7.1	Расчет и проектирование парогенератора						+				
8	Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов										
8.1	Надежность работы парогенератора,		+								

	вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов										
	Вес КМ, %:	5	5	15	5	15	15	15	5	5	15