

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

---

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Рабочая программа дисциплины  
СПЕЦВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ 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>2 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 113,5 часов;</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>Проверочная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Большакова Н.А.	
Идентификатор	Re6946266-BolshakovaNA-3b257d8	

Н.А. Большакова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Шацких Ю.В.	
Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f	

Ю.В. Шацких

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Шацких Ю.В.	
Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f	

Ю.В. Шацких

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель освоения дисциплины:** изучение организации водно-химических режимов современных теплоэнергетических установок, способы предотвращения образования отложений в пароводяном тракте и снижение коррозионных процессов, анализ новых водно-химических режимов

### **Задачи дисциплины**

- освоение современных схем теплоэнергетического оборудования на тепловых и атомных электростанциях;
- изучение основных процессов, протекающих в пароводяном тракте тепловых и атомных электростанций в процессе работы, пусков и простоев оборудования;
- выбор корректирующих реагентов для снижения скорости коррозии и образования отложений в зависимости от типа оборудования, набора конструкционных материалов и режима работы.

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Запланированные результаты обучения</b>
ПК-1 Способен участвовать в проведении химического мониторинга качества теплоносителя и в организации водно-химического режима энергетического оборудования	ИД-3пк-1 Обосновывает выбор методов организации водно-химических режимов теплоэнергетических установок, способов предотвращения образования отложений в пароводяном тракте и снижения интенсивности коррозионных процессов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- влияние качества теплоносителя на процессы коррозии и образования отложений на теплопередающих поверхностях оборудования и в проточной части паровых турбин;</li><li>- основные способы организации водно-химических режимов в зависимости от типа оборудования;</li><li>- современные методы и средства поддержания качества воды и пара в зависимости от режима эксплуатации оборудования;</li><li>- методы проведения расчётов по оценке скорости образования отложений на теплопередающих поверхностях.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с современными методами и средствами по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению надежности работы энергетического оборудования.</li></ul>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Спецглавы физико-химических процессов
- знать Иониты и ионообменные технологии в водоподготовке

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 5 зачетных единиц, 180 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	Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ	48	2	10	-	10	-	-	-	-	-	28	-			<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.	
1.1	Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ	48		10	-	10	-	-	-	-	-	28	-			<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные	



															тракте ТЭС и АЭС и влияние их на работу оборудования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 95-108 [2], стр. 79-89 [4], 95-108 [5], 79-89 [6], 104-124
3	Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса	20	4	-	4	-	-	-	-	12	-				<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса"
3.1	Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса	20	4	-	4	-	-	-	-	12	-				<b><u>материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>





														тепловых и атомных электростанциях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
														<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
														[1], стр. 129-144, 168-173, 178-182, 187-189, 194-195
														[2], стр. 214-227, 233-242
														[3], стр. 60-91
														[4], 129-144, 168-173, 178-182, 187-189, 194- 195
														[5], 214-227, 233-242
														[6], 177-207, 235-272, 281-320
	Экзамен	36.0		-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	<b>180.0</b>		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	<b>180.0</b>		32	-	32	2		-	0.5		113.5		

**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. Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ

##### 1.1. Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ

Рассмотрены основные виды коррозионных повреждений на обычных тепловых электростанциях и на тепловых электростанциях с парогазовыми установками, а именно: коррозия под напряжением (усталостная коррозия); кислотно-фосфатная коррозия и эрозионно-коррозионный износ. Анализ причин, приводящих к развитию этих видов коррозии и основные способы предупреждения развития коррозионных процессов. Основные схемы парогазовых установок, их конструктивные особенности и типы водно-химических режимов. Основные факторы, влияющие на развитие процессов эрозии-коррозии: температура, значение pH, скорость потока, конструктивные особенности оборудования, тип водно-химического режима, используемые конструкционные материалы. Способы предотвращения развития процессов эрозии-коррозии в котлах-utiлизаторах.

#### 2. Поведение органических примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и влияние их на работу оборудования

##### 2.1. Поведение органических примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и влияние их на работу оборудования

Пути поступления органических примесей в пароводяной тракт тепловых и атомных электростанций. Влияние органических примесей на работу оборудования Термическое разложение примесей в пароводяном тракте. Загрязнение пара органическими примесями, переход их из кипящей воды в насыщенный пар. Влияние органических примесей на загрязнение насыщенного пара хлоридами и сульфатами. Поведение органических примесей в зоне фазового перехода в проточной части паровых турбин. Способы снижения содержания органических примесей в питательной воде.

#### 3. Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса

##### 3.1. Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса

Закономерности образования отложений соединений кальция и магния на теплопередающих поверхностях. Основные факторы, влияющие на этот процесс: тепловой поток, концентрация, водно-химический режим. Образование отложений, состоящих из продуктов коррозии конструкционных материалов и влияние их на коррозионные процессы и работу оборудования. Способы предотвращения образования отложений. Расчет скорости образования отложений. Влияние водно-химических режимов на развитие процессов образования отложений.

#### 4. Поведение примесей в проточной части паровых турбин

##### 4.1. Поведение примесей в проточной части паровых турбин

Изменение растворимости примесей в паре при изменении температуры и давления в процессе прохождения его через проточную часть паровой турбины. Закономерности образования отложений в проточной части паровой турбины. Распределение примесей по цилиндрам высокого, среднего и низкого давлений в проточной части паровых турбин, работающих на перегретом паре. Основные процессы, протекающие при прохождении пара в турбинах, работающих на перегретом паре. Основные процессы, протекающие в турбинах,

работающих на насыщенном паре. Влияние отложений на изменение мощности и коэффициента полезного действия паровых турбин.

### 5. Нормирование качества воды и пара на тепловых и атомных электростанциях

#### 5.1. Нормирование качества воды и пара на тепловых и атомных электростанциях

Основные критерии для разработки норм качества воды и пара на тепловых и атомных электростанциях. Взаимосвязь между качеством теплоносителя, типом оборудования и параметрами его работы. Нормы качества воды и пара для обычных тепловых электростанций и тепловых электростанций с парогазовыми установками. Способы поддержания качества водного теплоносителя в зависимости от типа оборудования.

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

1. Окислительно-восстановительный потенциал металлов (рН и ЭДС реакций);
2. Материальный баланс примесей в конденсатно-питательном тракте (деаэраторе);
3. Переход органических примесей из кипящей воды в насыщенный пар (расчет жидких пленок);
4. Термическое разложение органических примесей (расчет рН котловой воды и пара);
5. Образование отложений в проточной части турбины;
6. Образование отложений труднорастворимых примесей в конденсатно-питательном тракте;
7. Материальный баланс примесей в пароводяном тракте барабанных котлов;
8. Переход примесей из кипящей воды в насыщенный пар;
9. Организация фосфатного ВХР (соотношение натрия и фосфатов в котловой воде);
10. Организация фосфатного ВХР (гидролиз фосфатов);
11. Организация амиачного ВХР (расчет концентрации аммиака и рН при повышенных температурах);
12. Оценка коррозионной стойкости металлов. Показатели коррозии;
13. Термодинамические процессы окислительно-восстановительных процессов металлов;
14. Переход примесей из кипящей воды в насыщенный пар на ТЭС с ПГУ;
15. Переход примесей из кипящей воды в насыщенный пар в многоступенчатых испарительных установках;
16. Основные принципы решения поставленных задач.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Поведение органических примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и влияние их на работу оборудования"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Поведение примесей в проточной части паровых турбин"

5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нормирование качества воды и пара на тепловых и атомных электростанциях"

### **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		
<b>Знать:</b>								
методы проведения расчётов по оценке скорости образования отложений на теплопередающих поверхностях	ИД-3ПК-1			+			Проверочная работа/Контрольная работа	
современные методы и средства поддержания качества воды и пара в зависимости от режима эксплуатации оборудования	ИД-3ПК-1	+					Проверочная работа/Тест 1	
основные способы организации водно-химических режимов в зависимости от типа оборудования	ИД-3ПК-1	+	+				Проверочная работа/Тест 1	
влияние качества теплоносителя на процессы коррозии и образования отложений на теплопередающих поверхностях оборудования и в проточной части паровых турбин	ИД-3ПК-1				+		Проверочная работа/Тест 3	
<b>Уметь:</b>								
формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с современными методами и средствами по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению надежности работы энергетического оборудования	ИД-3ПК-1			+	+	+	Проверочная работа/Тест 2	

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа (Проверочная работа)
2. Тест 1 (Проверочная работа)
3. Тест 1 (Проверочная работа)
4. Тест 2 (Проверочная работа)
5. Тест 3 (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Воронов, В. Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС : учебное пособие для вузов по специальностям "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях", "Тепловые электрические станции", "Атомные электрические станции и установки" направлений 140100 "Теплоэнергетика" и 140400 "Техническая физика" / В. Н. Воронов, Т. И. Петрова . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 240 с. - ISBN 978-5-383-00145-5 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4224>;

2. Петрова, Т. И. Технология организации водно-химического режима атомных электростанций : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электростанции и установки" направления "Техническая физика" специальности "Технология воды и топлива на тепловых атомных электрических станциях" направления "Теплоэнергетика" / Т. И. Петрова, В. Н. Воронов, Б. М. Ларин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 272 с. - ISBN 978-5-383-00684-9 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4241>;

3. Расчет водно-химических режимов теплоэнергетических установок : Учебное пособие для вузов по специальности "Технология воды и топлива на тепловых электростанциях" / О. И. Мартынова, и др. – М. : Изд-во МЭИ, 1985 . – 152 с. - ISBN 5-7046-0292-4 .;

4. Воронов В.Н. , Петрова Т.И. - "Водно-химические режимы ТЭС и АЭС", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2009 - (240 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72207](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72207);

5. Петрова Т.И. , Воронов В.Н. , Ларин Б.М. - "Технология организации водно-химического режима атомных электростанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 -

(272 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72307;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72307;)

6. Петрова, Т. И. Физико-химические процессы в водном теплоносителе электростанций : [учебник] для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Т. И. Петрова, В. Н. Воронов, Ф. В. Дяченко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 384 с. - Книга-победитель конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике, посвященного 90-летию МЭИ и 100-летию плана ГОЭЛРО . - ISBN 978-5-7046-2433-2 .

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11683.](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11683)

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
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. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. 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
	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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
Помещения для консультирования	В-413/1, Кабинет сотрудников каф.	стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, холодильник

	"TOT"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	B-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "TOT"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Спецвопросы организации водно-химического режима теплоэнергетических установок**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест 1 (Проверочная работа)  
 КМ-2 Тест 1 (Проверочная работа)  
 КМ-3 Тест 2 (Проверочная работа)  
 КМ-4 Тест 3 (Проверочная работа)  
 КМ-5 Контрольная работа (Проверочная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	KM-1	KM-2	KM-3	KM-4	KM-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	15
1	Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ						
1.1	Основные виды коррозионных повреждений на обычных ТЭС и ТЭС с ПГУ	+	+				
2	Поведение органических примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и влияние их на работу оборудования						
2.1	Поведение органических примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и влияние их на работу оборудования		+				
3	Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса						
3.1	Образование отложений в котлах и парогенераторах и способы снижения скорости протекания этого процесса			+			+
4	Поведение примесей в проточной части паровых турбин						
4.1	Поведение примесей в проточной части паровых турбин			+	+		
5	Нормирование качества воды и пара на тепловых и атомных электростанциях						
5.1	Нормирование качества воды и пара на тепловых и атомных электростанциях			+			
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20	20