

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: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
СИСТЕМАХ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 85,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмакина А.В.
	Идентификатор	Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda

(подпись)

А.В. Бурмакина

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Строгонов К.В.
	Идентификатор	Rad748820-StrogonovKV-3f34a28f

(подпись)

К.В. Строгонов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении, анализе и выборе методов очистки сточных вод, газовых выбросов и методов обезвреживания и переработки отходов

Задачи дисциплины

- освоение основных источников загрязнения окружающей среды промышленных предприятий;
- освоение физико-химических процессов протекающих в аппаратах защиты окружающей среды от вредных выбросов;
- приобретение навыков обоснования основных методов и аппаратов применяемых для защиты окружающей среды от загрязнения;
- освоение принятия обоснованных технических решений при реализации экологических проектов.

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 участвовать в обеспечении экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий и разработке экозащитных мероприятий	ИД-1 _{ПК-3} Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	знать: - методы формирования и анализа материальных и тепловых балансов высокотемпературных процессов и установок. уметь: - осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию при выборе необходимых источников энергии.
ПК-3 способен участвовать в обеспечении экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий и разработке экозащитных мероприятий	ИД-2 _{ПК-3} Принимает участие в разработке экозащитных мероприятий для систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	знать: - структурные, технологические и тепловые схемы высокотемпературных теплотехнологий энергоёмких отраслей промышленности. уметь: - выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты.
ПК-4 способен участвовать в эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2 _{ПК-4} Принимает участие в обеспечении экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	знать: - методы снижения вредных выбросов котельными агрегатами. уметь: - самостоятельно проводить расчеты объектов высокотемпературной теплотехнологии по типовым методикам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать теоретический материал по курсам следующих дисциплин: «Физика», «Химия», «Котельные установки и парогенераторы»
- уметь работать с научно-технической литературой
- уметь проводить расчеты процесса горения топлива, по существующим методикам

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	Основные загрязнители. Методы очистки от грубодисперсных примесей	20	8	4	1	3	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные загрязнители. Методы очистки от грубодисперсных примесей"</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 "Основные загрязнители. Методы очистки от грубодисперсных примесей" материалу.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 12-20</p>	
1.1	Содержания вредных веществ в окружающей среде. Водное хозяйство промышленных предприятий	5		1	1	1	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Нормирование качества окружающей среды	5		1	-	1	-	-	-	-	-	-	3		-
1.3	Классификация сточных вод. Замкнутые системы	4		1	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
1.4	Методы очистки сточных вод	6		1	-	1	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Физико-химические, химические методы очистки сточных вод	34		12	-	3	-	-	-	-	-	-	19		-
2.1	Коагуляция	4		1	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
2.2	Флокуляция	4		1	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
2.3	Флотация	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-		
2.4	Электрокоагуляция и электрофлотация	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		

2.5	Экстракция и ионообменная технология очистки сточных вод	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы очистки от мелкодисперсных примесей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 108-122
2.6	Химические технологии очистки сточных вод	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.7	Термические методы очистки сточных вод	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.8	Биохимические технологии очистки сточных вод	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
3	Защита атмосферы от промышленных загрязнений	37	9	8	5	-	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы очистки от минеральных примесей" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы очистки от минеральных примесей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 2-4 [4], 2-8, 10
3.1	Газовые выбросы	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Методы обезвреживания выбросов	12	1	8	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.3	Мокрые методы очистки газов	6	1	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	
3.4	Электрические методы очистки	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.5	Десорбция поглощенных примесей	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.6	Абсорбционные и адсорбционные методы очистки отходящих газов	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
4	Обезвреживание пастообразных и твердых отходов	17	3	5	3	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Методы очистки от органических примесей и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы очистки от органических примесей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Источники образования твердых отходов	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
4.2	Защита окружающей среды. Огневое обезвреживание	10	1	5	2	-	-	-	-	-	-	2	-	

4.3	Защита окружающей среды от тепловых загрязнений и шума	3		1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 33-41
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		28	14	14	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	14	14	2	-	-	0.5	85.5			

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 загрязнители. Методы очистки от грубодисперсных примесей

1.1. Содержания вредных веществ в окружающей среде. Водное хозяйство промышленных предприятий

Характеристики основных промышленных источников выбросов загрязняющих веществ. Основные показатели нормирования качества окружающей среды и вредных веществ в промышленных выбросах. Основные качественные показатели воды оборотных систем водоснабжения.

1.2. Нормирование качества окружающей среды

Основные показатели нормирования качества окружающей среды. Анализ вредных веществ в промышленных выбросах. Экологическая ситуация в России и в Москве.

1.3. Классификация сточных вод. Замкнутые системы

Оборотное водоснабжение. Эффективность использования воды.

1.4. Методы очистки сточных вод

Классификация методов очистки сточных вод.

2. Физико-химические, химические методы очистки сточных вод

2.1. Коагуляция

Механизмы очистки сточных вод. Физико-химическая сущность процессов коагуляции. Область применения и эффективность метода.

2.2. Флокуляция

Физико-химическая сущность процессов флокуляции. Область применения и эффективность метода.

2.3. Флотация

Физико-химическая сущность процессов флотации. Область применения и эффективность метода.

2.4. Электрокоагуляция и электрофлотация

Физико-химическая сущность процессов. Область применения и эффективность методов.

2.5. Экстракция и ионообменная технология очистки сточных вод

Физико-химическая сущность процессов. Область применения и эффективность методов. Мембранные технологии. Обратный осмос. Мембранные технологии. Ультрафильтрация. Область применения и эффективность методов.

2.6. Химические технологии очистки сточных вод

Нейтрализация. Нейтрализация кислыми газами. Нейтрализация фильтрованием кислых вод через нейтрализующие материалы.

2.7. Термические методы очистки сточных вод

Концентрирование. Окисление органических веществ. Метод жидкофазного окисления. Огневое обезвреживание.

2.8. Биохимические технологии очистки сточных вод
Анаэробный метод. Аэробный метод. Скорость биохимического окисления. Очистка в искусственных сооружениях. Очистка в биофильтрах.

3. Защита атмосферы от промышленных загрязнений

3.1. Газовые выбросы

Основные свойства пылей. Классификация газовых выбросов. Свойства аэрозолей.

3.2. Методы обезвреживания выбросов

Механические методы очистки газов. Область применения. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях. Очистка газов в фильтрах.

3.3. Мокрые методы очистки газов

Достоинства и недостатки. Область применения. Газопромыватели с подвижной насадкой. Полые и насадочные газопромыватели.

3.4. Электрические методы очистки

Физические основы электрических методов очистки газов. Область применения. Улавливание туманов.

3.5. Десорбция поглощенных примесей

Термохимическое обезвреживание газообразных выбросов. Каталитические методы очистки газовых выбросов. Схемы установок каталитического обезвреживания отходящих газов.

3.6. Абсорбционные и адсорбционные методы очистки отходящих газов

Абсорбционные методы. Применение абсорбционного метода очистки. Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов.

4. Обезвреживание пастообразных и твердых отходов

4.1. Источники образования твердых отходов

Классификация твердых отходов. Схема распределения концентраций примесей. Схема циркуляции воздуха и газа.

4.2. Защита окружающей среды. Огневое обезвреживание

Основными причинами появления в отходящих газах продуктов неполного горения. Процесс обезвреживания. Методы подготовки и обезвреживания пастообразных и твердых отходов.

4.3. Защита окружающей среды от тепловых загрязнений и шума

Методы снижения тепловых загрязнений. Защита от теплового излучения. Защита от шума. Роль промышленности строительных материалов в области утилизации отходов.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет дымовой трубы;
2. Баланс циклонного реактора;
3. Расчет испарительного скруббера;

4. Расчет циклонного пылеуловителя;
5. Расчет тканевого фильтра;
6. Расчет радиационного рекуператора.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение процессов образования оксидов азота при сжигании природного газа в кинетическом и диффузионном режимах работы;
2. Изучение образования топливных оксидов азота при сжигании азоторганических соединений и способ их снижения;
3. Изучение процесса огневого обезвреживания сточных вод.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные загрязнители. Методы очистки от грубодисперсных примесей"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы очистки от мелкодисперсных примесей"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы очистки от минеральных примесей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы очистки от органических примесей"

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	
Знать:						
методы формирования и анализа материальных и тепловых балансов высокотемпературных процессов и установок	ИД-1ПК-3	+				Тестирование/Основные загрязнители
структурные, технологические и тепловые схемы высокотемпературных теплотехнологий энергоемких отраслей промышленности	ИД-2ПК-3				+	Тестирование/Обезвреживание
методы снижения вредных выбросов котельными агрегатами	ИД-2ПК-4		+			Тестирование/Фильтры
Уметь:						
осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию при выборе необходимых источников энергии	ИД-1ПК-3	+		+		Проверочная работа/Защита атмосферы
выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	ИД-2ПК-3			+		Проверочная работа/Защита атмосферы
самостоятельно проводить расчеты объектов высокотемпературной теплотехнологии по типовым методикам	ИД-2ПК-4			+		Проверочная работа/Защита атмосферы

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: Компьютерное задание

1. Обезвреживание (Тестирование)
2. Основные загрязнители (Тестирование)
3. Фильтры (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита атмосферы (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

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 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. Волков, В. И. Экспериментальное исследование процессов образования оксидов азота и огневого обезвреживания сточных вод : практикум / В. И. Волков, С. Н. Петин, А. В. Бурмакина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 44 с. - ISBN 978-5-7046-2181-2 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10907;
2. Тебеньков, Б. П. Рекуператоры для промышленных печей / Б. П. Тебеньков . – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Металлургия, 1975 . – 296 с.;
3. Василенко, Л. В. Методы очистки промышленных сточных вод : Учебное пособие для вузов по специальностям "Инженерная защита окружающей среды" и "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" / Л. В. Василенко, Уральская гос. лесотехн. академия . – Екатеринбург . – Екатеринбург : Уральская государственная лесотехническая академия, 2000 . – 167 с. - ISBN 5-230-25659-1 .;
4. А. А. Веденёва- "Охрана окружающей среды и основы природопользования: методические рекомендации для практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность", Издательство: "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ)", Санкт-Петербург, 2019 - (31 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564285>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
10. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
11. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
12. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
13. Журналы Institute of Physics (ИОП), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
14. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
15. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
16. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
17. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
18. Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
19. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
20. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
21. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
22. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
23. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
24. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
25. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
26. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
27. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
28. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
---------------	-------------------------------	-----------

	отсутствует	
--	-------------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Охрана окружающей среды в теплотехнологических системах**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Основные загрязнители (Тестирование)
 КМ-2 Фильтры (Тестирование)
 КМ-3 Защита атмосферы (Проверочная работа)
 КМ-4 Обезвреживание (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	7	11	13
1	Основные загрязнители. Методы очистки от грубодисперсных примесей					
1.1	Содержания вредных веществ в окружающей среде. Водное хозяйство промышленных предприятий		+			
1.2	Нормирование качества окружающей среды		+		+	
1.3	Классификация сточных вод. Замкнутые системы		+			
1.4	Методы очистки сточных вод		+			
2	Физико-химические, химические методы очистки сточных вод					
2.1	Коагуляция			+		
2.2	Флокуляция			+		
2.3	Флотация			+		
2.4	Электрокоагуляция и электрофлотация			+		
2.5	Экстракция и ионообменная технология очистки сточных вод			+		
2.6	Химические технологии очистки сточных вод			+		
2.7	Термические методы очистки сточных вод			+		
2.8	Биохимические технологии очистки сточных вод			+		
3	Защита атмосферы от промышленных загрязнений					

3.1	Газовые выбросы			+	
3.2	Методы обезвреживания выбросов			+	
3.3	Мокрые методы очистки газов			+	
3.4	Электрические методы очистки			+	
3.5	Десорбция поглощенных примесей			+	
3.6	Абсорбционные и адсорбционные методы очистки отходящих газов			+	
4	Обезвреживание пастообразных и твердых отходов				
4.1	Источники образования твердых отходов				+
4.2	Защита окружающей среды. Огневое обезвреживание				+
4.3	Защита окружающей среды от тепловых загрязнений и шума				+
Вес КМ, %:		20	25	25	30