

16, 17, 18. 08

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Тепловые энергетические установки»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Природоохранные технологии
на тепловых электрических станциях»
основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров по направлению
13.03.01«Теплоэнергетика и теплотехника»
профиль «Тепловые электрические станции»

Форма обучения	Очная
Технология обучения	Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 20¹⁸

Автор рабочей программы
к.т.н., доцент


А.В. Смирнов
«20» 04 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

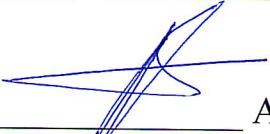
Директор библиотеки


И.А. Романовская
«21» 04 2016 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Тепловые энергетические установки»


А.В. Смирнов
«20» 04 2016 г.

Декан факультета энергетики,
транспорта и морских технологий


А.В. Космынин
«20» 04 2016 г.

Начальник учебно-методического
управления


Е.Е. Поздеева
«21» 04 2016 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 № 1081, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях																																		
Цель дисциплины	Целью освоения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков в области промышленной экологии, позволяющих в процессе производственной деятельности идентифицировать на тепловых электростанциях источники загрязнения окружающей среды, определять концентрации загрязняющих веществ, оценивать имеющиеся и предлагать новые средства снижения уровня загрязнений, оценивать экологический эффект природоохранных мероприятий.																																		
Задачи дисциплины	<p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p>знать: основные источники научно-технической информации по природоохранным технологиям и по оборудованию в энергетической отрасли; нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере; технологии очистки дымовых газов, сточных вод и снижения физического воздействия энергетического оборудования;</p> <p>уметь: самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума;</p> <p>владеть навыками: осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду.</p>																																		
Основные разделы дисциплины	<p>Введение. Основные понятия и определения.</p> <p>Методы снижения загрязнений атмосферного воздуха выбросами с дымовыми газами.</p> <p>Сточные воды ТЭС.</p> <p>Методы очистки сточных вод.</p> <p>Сокращение сбросов сточных вод на ТЭС.</p> <p>Основы природоохранного законодательства РФ.</p>																																		
Общая трудоемкость дисциплины	<p>3 з.е. / 108 академических часов</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Семестр</th> <th colspan="4">Аудиторная нагрузка, ч</th> <th rowspan="2">СРС, ч</th> <th rowspan="2">Промежуточная аттестация, ч</th> <th rowspan="2">Всего за семестр, ч</th> </tr> <tr> <th>Лекции</th> <th>Пр. занятия</th> <th>Лаб. работы</th> <th>Курсовое проектирование</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 семестр</td> <td>34</td> <td>17</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>57</td> <td>-</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>ИТОГО:</td> <td>34</td> <td>17</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>57</td> <td>-</td> <td>108</td> </tr> </tbody> </table>							Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование	6 семестр	34	17	-	-	57	-	108	ИТОГО:	34	17	-	-	57	-	108
Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч																												
	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование																															
6 семестр	34	17	-	-	57	-	108																												
ИТОГО:	34	17	-	-	57	-	108																												

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве (ПК-9)	3-1 (ПК-9-2): основные источники научно-технической информации по природоохранным технологиям и по оборудованию в энергетической отрасли; нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере; технологии очистки дымовых газов, сточных вод и снижения физического воздействия энергетического оборудования	У-1 (ПК-9-2): самостоятельно разбираясь в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума;	Н-1 (ПК-9-2): осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина(модуль) «Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях» изучается на 3 курсе в 6 семестре, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПК-9 «Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве», в процессе изучения дисциплины «Экология».

Дисциплина «Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях» является основой для прохождения производственной практики, государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенции ПК-9.

Входной контроль не проводится.

4 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	51
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	34
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	17
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	57
Промежуточная аттестация обучающихся	-

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам(разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебно-го плана	Трудо-ем-кость (в часах)	Форма прове-дения	Планируемые (кон-тролируемые) ре-зультаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1 Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях					
Тема Введение. Основное содержание и структура курса: <i>Природоохранные требования при эксплуатации ТЭС. Закон об охране атмосферного воздуха и водного бассейна.</i>	Лекция	2	Тради-ционная	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
Тема	Лекция	5	Тради-	ПК-9	3-1 (ПК-9-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Основные понятия и определения: <i>Предельно допустимые концентрации вредных веществ. Промышленные выбросы.</i>			ционная		2)
Тема Методы снижения загрязнений атмосферного воздуха выбросами с дымовыми газами: <i>Характеристика промышленных выбросов дымовых труб. Методы очистки газов от аэрозолей, газообразных и парообразных примесей, сернистых веществ, выбросов оксидов азота.</i>	Лекция	5	Традиционная	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
Тема Сточные воды ТЭС: <i>Классификация сточных вод. Тепловое загрязнение водоемов. Сбросы вод из системы ГЗУ, ВПУ.</i>	Лекция	5	Традиционная	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
Тема Методы очистки сточных вод: <i>Механическая, химическая, физико-химическая и биологическая очистка сточных вод. Устройство аппаратов для очистки сбросных вод. Выбор технологической схемы очистки сточных вод</i>	Лекция	6	Традиционная	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
Тема Сокращение сбросов сточных вод на ТЭС: <i>Организация технологического цикла без сброса нефтезагрязненных стоков. Современные направления разработки малоотходной технологии в энергетике</i>	Лекция	6	Традиционная	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
Тема Основы природоохранного законодательства РФ: <i>Основные законы РФ в области охраны окружающей среды. Международные соглашения, подписанные Россией в области охраны окружающей среды.</i>	Лекция	5	Традиционная	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
Тема Природоохранные объекты. Основные источники выбросов и сбросов ТЭС	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-9	У-1 (ПК-9-2) Н-1 (ПК-9-2)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Тема Работа санитарно-технических лабораторий на ТЭС	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-9	У-1 (ПК-9-2) Н-1 (ПК-9-2)
Тема Методы очистки сточных вод на ТЭС	Практическое занятие	5	Традиционная	ПК-9	У-1 (ПК-9-2) Н-1 (ПК-9-2)
Тема Организация химического контроля за сточными водами ТЭС	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-9	У-1 (ПК-9-2) Н-1 (ПК-9-2)
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов)	27	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)	17	Пр просмотр теоретических материалов по теме предстоящего занятия	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контрольной работы)	13	Выполнение контрольной работы, ее оформление и подготовка к защите	ПК-9	У-1 (ПК-9-2) Н-1 (ПК-9-2)
ИТОГО	Лекции	34	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
по разделу 1	Практические занятия	17	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	57	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине		-	зачет	ПК-9	3-1 (ПК-9-2)
ИТОГО по дисциплине	Лекции	34	-	-	-
	Практические занятия	17	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	57	-	-	-
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения – час					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Природоохраные технологии на тепловых электрических станциях», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка и оформление контрольной работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебное обеспечение:

1. А.И. Абрамов и др. Повышение экологической безопасности ТЭС. Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 378 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Правила оформления студенческих текстовых в РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» (https://knastu.ru/media/files/page_files/page_425/omk/rd/RD_013-2016_izm.1.pdf)

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3-4 часа в неделю. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4—Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю														Итого по видам работ		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Подготовка к практическим занятиям	2		2		2		2		2		2		2		2		17
Изучение теоретических разделов дисциплины	3	2	3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	27
Подготовка, оформление и защита контрольной работы				2		1	13										
ИТОГО в 6 семестре	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	57

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях	ПК-9	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> - оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
	ПК-9	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	ПК-9	Задания практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-9	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

6 семестр Промежуточная аттестация в форме зачета				
1	Опорный конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 12 баллов – В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
2	Собеседование (2вопроса)	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
3	Задания практических занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 20 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
4	Контрольная работа	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент полностью выполнил задание, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - студент полностью выполнил задание, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 20 баллов - студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.

ИТОГО:	-	140 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:			
0 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «не зачтено».			
75 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «зачтено»			

Задания для текущего контроля

Вопросы для собеседования

1. Какой компонент в дымовых газах наименее токсичен?
2. Какой двигатель выделяет менее токсичные отработавшие газы?
3. В каких пределах концентрации нефтесодержащих вод разрешён их сброс?
4. Что является загрязнителями окружающей среды?
5. Что из перечисленного обладает повышенным тепловыделением?
6. Какой из катализаторов обладает лучшей способностью нейтрализации оксидов азота (NO_x)?
7. Какой из способов очистки нефтесодержащих вод относится к физическим?
8. На что влияет изменение давления в напорной ёмкости флотатора?
9. В каком способе очистки нефтесодержащих вод допускается их наибольшая концентрация?
10. В каком способе очистки нефтесодержащих вод достигается лучшая глубина очистки?

Примеры заданий для практических занятий

Практическое задание №1. Технологический расчет циклонов Нииогаз

Цель работы. Изучение устройств гидроциклонов и методики их расчета.

Исходные данные: Необходимо очистить от пыли газы объемом $Q_{общ} = 30000 \text{ м}^3/\text{ч}$ при температуре $T = 2500$. Удельный вес сухих газов $\rho_d = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$; газы содержат 60 г водяных паров в 1м^3 , барометрическое давление $B = 740 \text{ мм.рт. ст.}$ ($98,72 \text{ кПа}$). На входе в циклоны газы находятся под разрежением 10 мм вод. ст. ($98,1 \text{ Па}$). Гидравлическое сопротивление группы циклонов не должно превышать $\sum \Delta H = 55 \text{ мм.вод.ст.}$ (540 Па). Удельный вес пыли $\rho_p = 2780 \text{ кг}/\text{м}^3$. Начальная запыленность газов $\approx 30 \text{ г}/\text{м}^3$; желаемая степень очистки (улавливания пыли) - не ниже 90%.

Задание. Рассчитать: а) гидравлическое сопротивление циклона ЦН-15; б) степень улавливания пыли. 2. Определить степень улавливания пыли при переходе на циклон типа ЦН-15у. Условия для расчета приведены в таблице (вариант задается преподавателем). Отсутствующие в таблице данные принимаются из примера.

Практическое задание №2. Технологический расчет скруббера с насадкой

Исходные данные. Требуется очистить от пыли $Q_{общ.г} = 38000 \text{ нм}^3/\text{ч}$ газа, имеющего температуру $t_1 = 2500$, с охлаждением его до температуры $t_2 = 600$. По своему составу газ близок к атмосферному воздуху (т.е. не имеет вредных газообразных примесей), удельный вес (плотность) газа $\sim 1,3 \text{ кг}/\text{нм}^3$. Давление в скруббере не отличается от атмосферного ($101,325 \text{ кПа}$). Содержание водяных паров в газе $50 \text{ г}/\text{нм}^3$, пыли - $10 \text{ г}/\text{нм}^3$. Для охлаждения выбрана схема с циркуляцией жидкости без промежуточного охлаждения. Опытные данные показали: потери тепла в окружающую среду составляют 3 %; эффективность улавливания пыли в скруббере – 20 %; в цикле орошения необходимо поддерживать и отводить в отстойник шламистую пульпу, содержащую $20 \text{ г}/\text{л}$ твердого.

Задание. Выполнить технологический расчет скруббера с насадкой для условий, представленных в табл. (вариант задается преподавателем). Остальные данные - из условий примера.

Практическое задание №7. Изучение конструкций и технологический расчет электрофильтров

Цель работы. Изучение устройства и методики расчета электрофильтров.

Исходные данные. Необходимо выбрать электрофильтр для очистки дымовых газов объемом $V_0 = 80 000 \text{ м}^3/\text{ч}$; плотность газов $\rho_0 = 1,27 \text{ кг}/\text{м}^3$; температура газов $t_g = 1300$; атмосферное давление B

= 101,3 кПа; разрежение в системе Р = - 3 кПа; рабочее напряжение Up = 70 кВ. Состав газов близок к атмосферному воздуху; средний размер пылевых частиц dcp= 0,9 мкм.

Задание. Выбрать электрофильтр для очистки дымовых газов, характеристики которых приведены в табл. Остальные данные - из условий примера.

Характеристика контрольной работы

В контрольной работе необходимо осветить глубже один из теоретических вопросов курса. Для ответа на вопрос необходимо использовать как основную, так и дополнительную литературу, а также привлекать учебные интернет-ресурсы, к которым у университета имеется доступ. Объем контрольной работы составляет 15-20 листов. Тематика вопросов представлена ниже.

1. Вредные выбросы в атмосферу при работе теплоэнергетических установок на органическом топливе (твердом, жидким, газообразным).
2. Расчет количества выбросов вредных веществ и методов снижения загрязнения атмосферы.
3. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере и применение дымовых труб.
4. Методика учета факторов защиты атмосферы в технико-экономических расчетах.
5. Охрана водного бассейна ТЭС.
6. Охрана окружающей среды от загрязнений атомных электростанций.
7. Рациональное использование и защита от загрязнений земной поверхности.
8. Перспективные направления производства энергии, обеспечивающие защиту окружающей среды.
9. Типы золоуловителей ТЭС.
10. Электрофильтры, их конструкция и принцип работы.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. А.И. Абрамов и др. Повышение экологической безопасности ТЭС. Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 378 с.
2. Семенова, И.В. Промышленная экология: Учебное пособие для вузов.- М.: Академия, 2009. - 520 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии: теория, примеры, задачи: Учебное пособие для вузов.- СПб.: Лань, 2014.- 510 с.
2. Внуков, А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справочник.- М.: Энергоатомиздат, 1992.- 176 с.
3. Демина, Т.А. Учёт и анализ затрат предприятий на природоохранную деятельность.- М.: Финансы и кредит, 1990.- 112 с.
4. Охрана окружающей среды: Учебное пособие для студентов техн.спец.вузов / Под ред. С.В.Белова.- М.: Высшая школа, 1983.- 264 с.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://knastu.ru/page/538>, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, <http://znanium.com>.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины предусмотрены все виды учебных занятий (лекции и лабораторные занятия) и самостоятельные виды работ.

На лекциях необходимо составлять конспект, а предварительно повторить предыдущие темы.

На практических занятиях необходимо использовать лекционные записи, справочные материалы.

При выполнении контрольной работы необходимо использовать лекционные материалы, справочники. Особенно важно посещать консультации преподавателя, где рассматриваются проблемные вопросы.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе изучения дисциплины могут использоваться следующие программные продукты: MicrosoftOffice (для оформления самостоятельных видов работ), SMath (для проведения расчетов).

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://knastu.ru/students>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Природоохранные технологии на тепловых электрических станциях» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
	Учебный кабинет	Проектор	Представление лекционного материала

Лист регистрации изменений к РПД