

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого


О.Д. Асенчик

04.12.2016

Регистрационный № УД-52-20/уч.

ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей
1 – 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
и 1 – 43 01 07 «Техническая эксплуатация
энергооборудования организаций»

Учебная программа составлена на основе:
образовательных стандартов ОСВО 1-43 01 05-2013 и ОСВО 1-43 01 07-2013;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», регистрационные номера:
I 43-1-20/уч от 17.09.2013, I 43-1-14/уч от 17.09.2013, I 43-1-40/уч от
20.09.2013, I 43-1-23/уч от 13.02.2014, I 43-1-24/уч от 13.02.2014

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.В. Овсянник, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»;

Н.В. Широглазова, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.В. Алферова, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

М.В. Майлычка, начальник ПТО Гомельской ТЭЦ-2.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 26.10.2016); *УД-УП-2-0071*

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 3 от 29.11.2016);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 01.12.2016); *УФз-101-16у*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 06.12. 2016).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является формирование у студентов знаний, касающихся механизмов образования вредных примесей, вопросов воздействия предприятий энергетики на экологические системы; ознакомление с режимно-технологическими мероприятиями по уменьшению негативных последствий работы предприятий энергетики, со способами контроля и нормирования вредных примесей, с методами очистки дымовых газов и сточных вод, а также с основными методами решения практических задач с учетом современных требований к охране окружающей среды.

Задачей изучения дисциплины является:

- умение осуществлять выбор и расчет очистных сооружений для улавливания тепловых и технологических выбросов;
- рассчитывать экономическую эффективность природоохранных мероприятий;
- проводить анализ сточных вод и газообразных выбросов;
- разрабатывать предложения по сокращению выбросов токсических веществ в водный и воздушный бассейны с учетом технико-экономических показателей предложенных вариантов.

Дисциплина базируется на материалах следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Основы экологии», «Топливо и теория горения», «Основы энергосбережения».

Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Экология энергетики» студент должен

знать:

- аспекты воздействия энергетики на окружающую среду;
- механизмы образования оксидов азота и серы;
- методы снижения выбросов золовых частиц с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу;
- методы снижения выбросов оксидов азота с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу;
- методы снижения выбросов оксидов серы с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу;
- методы снижения выбросов водяного пара и парниковых газов от тепловых электрических станций в атмосферу;

- классификацию сточных вод тепловых электрических станций и методы их очистки.

уметь:

- рассчитывать содержания твердых частиц, окислов ванадия и золы в дымовых газах теплоэнергоустановок;
- рассчитывать содержания сернистых соединений (SO_2) в дымовых газах теплоэнергоустановок;
- рассчитывать содержания окислов азота (NO) в дымовых газах теплоэнергоустановок;
- рассчитывать содержания оксида углерода (CO) в дымовых газах теплоэнергоустановок.

владеть:

- методами снижения выбросов тепловых электрических станций в атмосферу;
- методами очистки сточных вод тепловых электрических станций.

Требования к академическим компетенциям:

- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни

Требования к социально-личностным компетенциям

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.
- СЛК-4. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста:

- ПК-1. Используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам.
- ПК-2. На основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства, преобразования, распределения и потребления тепловой энергии и разрабатывать пути их устранения.
- ПК-4. Составлять энергетические балансы энергетических и технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов, разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению энергетической эффективности теплотехнологий.
- ПК-5. Проводить подготовку теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования и рабочего места для ремонтных бригад, допускать их к работе и восстанавливать режимы работы оборудования после окончания всех работ, вести техническую и оперативную документацию.

- ПК-11. Осуществлять контроль технических показателей энергопотребления на предприятиях различных отраслей.
- ПК-20. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.

ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ И КОЛИЧЕСТВО АУДИТОРНЫХ ЧАСОВ

По учебной дисциплине «Экология энергетики» общее количество часов составляет:

для специальности 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» по дневной и заочной форме – 82, по заочной сокращенной – 100, аудиторных часов – по дневной форме получения образования 48, по заочной и заочной сокращенной – 10; трудоемкость учебной дисциплины – 2 зачетные единицы;

для специальности 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» по дневной и заочной сокращенной форме получения образования общее количество часов 100, аудиторных – по дневной форме 48; по заочной сокращенной – 10 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 2,5 зачетные единицы.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АУДИТОРНОГО ВРЕМЕНИ ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ, КУРСАМ И СЕМЕТРАМ

Специальность, форма получения образования	Курс	Се- местр	Количество аудиторного времени, ч		
			Лек- ции	Практ	Ауд.
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (дневная форма)	4	8	32	16	48
1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» (дневная форма)	4	8	32	16	48
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма)	5	9, 10	6	4	10
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика», 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» (заочная форма на основе среднего специального образования)	4	7, 8	6	4	10

ФОРМА ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

	Дневная форма	Заочная форма	Заочная форма на основе среднего специального
Зачет, семестр	8	10	8

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. Воздействие энергетики на окружающую среду

Тема 1. Влияние технического прогресса на взаимодействие человека и природы. Баланс веществ в природе и его связь с деятельностью человека. Характеристика вредных выбросов. Санитарные нормы качества ПДК. Тепловое загрязнение окружающей среды. Правила суммирования вредного воздействия окислов серы и окислов азота

Тема 2. Предотвращение загрязнения воздушного бассейна путем газификации топлива. Устранение выбросов сажи, бенз(а)пирена, окиси водорода путем обеспечения полноты сгорания. Устранение загрязнения воздушного бассейна путем сжигания газообразных, жидких и твердых промышленных отходов

РАЗДЕЛ 2. Выбросы золовых частиц с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу.

Тема 3. Характеристика и основные физико-химические свойства золы: плотность, дисперсный состав, электрическое сопротивление, слипаемость, абразивность

Тема 4. Типы и характеристики золоуловителей: аппараты сухой инерционной очистки газов (жалюзийные золоуловители, циклоны, батарейные циклоны, вихревые пылеуловители; отражательные инерционные пылеуловители, ротационные пылеуловители); аппараты мокрой очистки газов: мокрые золоуловители, мокрые золоуловители с коагуляторами Вентури; электрофильтры. Степень улавливания золы. Принцип работы. Преимущества и недостатки различных типов золоуловителей

Тема 5. Золоотвалы, использование и утилизация золы. Влияние золошлакоотвалов на окружающую среду.

РАЗДЕЛ 3. Выбросы оксидов азота с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу

Тема 6. Влияние оксидов азота на окружающую среду. Характеристики NO_2 и NO . Нормативы выбросов оксидов азота. Содержание окислов азота в продуктах сгорания. Источники образования оксидов азота. Механизмы образования оксидов азота

Тема 7. Первичные мероприятия, направленные на уменьшение выбросов NO_x . Горелки с низким выбросом NO_x . Ступенчатое сжигание топлива, как

метод снижения выбросов NO_x . Рециркуляции дымовых газов котла. Впрыск воды в ядро факела как метод снижения выбросов NO_x . Комбинирование первичных мероприятий по снижению

Тема 8. Вторичные мероприятия, направленные на уменьшение выбросов NO_x . Горелки с низким выбросом NO_x . Ступенчатое сжигание топлива, как метод снижения выбросов NO_x . Рециркуляции дымовых газов котла. Впрыск воды в ядро факела как метод снижения выбросов NO_x . Комбинирование первичных мероприятий по снижению

РАЗДЕЛ 4. Выбросы соединений серы с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу

Тема 9. Содержание сернистых соединений в топливе. Оксиды серы в атмосфере. Влияние на экологию. Три группы мероприятий, направленных на снижение выбросов оксидов серы. Очистка топлива от соединений серы до его сжигания: прямой метод очистки жидкого топлива; метод косвенной очистки; газификация топлива

Тема 10. Очистка топлива от соединений серы в процессе горения. Применение топок с кипящим (псевдоожигенным) слоем: принцип работы и принципиальная схема. Применение топок с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС): принцип работы и принципиальная схема

Тема 11 Очистка топлива от соединений серы в процессе горения. Мокрый способ очистки дымовых газов от SO_2 : Мокросухой способ очистки дымовых газов от SO_2 . Магнетитовый способ очистки дымовых газов от SO_2 . Упрощенные малозатратные технологии сероочистки. Техничко-экономические показатели различных технологий сероочистки по данным американских фирм

РАЗДЕЛ 5. Выбросы водяного пара и парниковых газов от тепловых электрических станций в атмосферу

Тема 12. Влияние водяного пара на экологию. Система охлаждения конденсаторов турбин. Системы оборотного охлаждения с градирнями. Выбросы водяного пара с дымовыми газами в атмосферу. Влияние углекислого газа на климат Земли

Тема 13. Дымовые трубы. Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов. Автоматизированная система мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

РАЗДЕЛ 6. Сточные воды тепловых электрических станций и их очистка

Тема 14. Влияние сточных вод тепловых электрических станций на природные водоемы. Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод. Очистка и утилизация сточных вод, загрязненных нефтепродуктами

Тема 15. Современные тенденции в использовании природных источников воды. Основные категории и нормы водопотребления. Системы водоснабжения, их классификация, особенности и основные элементы. Особенности промышленного водоснабжения и использования воды

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и

1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация

энергооборудования организаций»

(дневная форма обучения)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	РАЗДЕЛ I. Воздействие энергетики на окружающую среду	4	2					
1.1	Тема 1. Влияние технического прогресса на взаимодействие человека и природы. Баланс веществ в природе и его связь с деятельностью человека. Характеристика вредных выбросов. Санитарные нормы качества ПДК	2	1					зачет
1.2	Тема 2. Предотвращение загрязнения воздушного бассейна путем газификации топлива. Устранение выбросов сажи, бенз(а)пирена, окиси водорода путем обеспечения полноты сгорания	2	1					зачет
2	РАЗДЕЛ II. Выбросы золовых частиц с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу	6	4					
2.3	Тема 3. Характеристика и основные физико-химические свойства золы: плотность, дисперсный состав, электрическое сопротивление, слипаемость, абразивность	2	1					зачет
2.4	Тема 4. Типы и характеристики золоуловителей: аппараты сухой инерционной очистки газов (жалоуловители, циклоны, батарейные циклоны, вихревые пылеуловители; отражательные инерционные пылеуловители, ротационные пылеуловители); аппараты мокрой очистки газов: мокрые золоуловители; электрофильтры.	2	2					зачет

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
2.5	Тема 5. Золоотвалы, использование и утилизация золы. Влияние золошлакоотвалов на окружающую среду.	2	1					зачет
3	РАЗДЕЛ III. Выбросы оксидов азота с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу	8	4					
3.6	Тема 6. Влияние оксидов азота на окружающую среду. Характеристики NO_2 и NO . Нормативы выбросов оксидов азота. Содержание оксидов азота в продуктах сгорания. Источники образования оксидов азота. Механизмы образования оксидов азота	2	1					зачет
3.7	Тема 7. Первичные мероприятия, направленные на уменьшение выбросов NO_x . Горелки с низким выбросом NO_x . Ступенчатое сжигание топлива, как метод снижения выбросов NO_x . Рециркуляции дымовых газов котла. Впрыск воды в ядро факела как метод снижения выбросов NO_x	4	2					зачет
3.8	Тема 8. Вторичные мероприятия по снижению выбросов NO_x . Общая схема каталитических методов. Селективный некаталитический метод очистки дымовых газов от NO_x . Сравнительная эффективность, преимущества и недостатки различных методов предотвращения образования оксидов азота.	2	1					зачет
4	РАЗДЕЛ IV. Выбросы соединений серы с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу	6	2					

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
4.9	Тема 9. Содержание сернистых соединений в топливе. Оксиды серы в атмосфере. Влияние на экологию. Три группы мероприятий, направленных на снижение выбросов оксидов серы. Очистка топлива от соединений серы до его сжигания: прямой метод очистки жидкого топлива; метод косвенной очистки; газификация топлива	2	1					зачет
4.10	Тема 10 Очистка топлива от соединений серы в процессе горения. Применение топок с кипящим (псевдоожиженным) слоем: принцип работы и принципиальная схема. Применение топок с циркулирующим кипящим слоем: принцип работы и принципиальная схема	2	1					зачет
4.11	Тема 11 Очистка топлива от соединений серы в процессе горения. Мокрый, мокросухой, магнезитовый способ очистки дымовых газов от SO_2 . Упрощенные малозатратные технологии сероочистки. Техничко-экономические показатели различных технологий сероочистки	2	2					зачет
5	РАЗДЕЛ V. Выбросы водяного пара и парниковых газов от тепловых электрических станций в атмосферу	4	2					

5.12	Тема 12. Влияние водяного пара на экологию. Системы оборотного охлаждения с градирнями. Выбросы водяного пара с дымовыми газами в атмосферу. Влияние углекислого газа на климат Земли	2	1					зачет
5.13	Тема 13. Дымовые трубы. Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов. Автоматизированная система мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	2	1					зачет
6	РАЗДЕЛ VI. Сточные воды тепловых электрических станций и их очистка	4	2					
6.14	Тема 14. Влияние сточных вод тепловых электрических станций на природные водоемы. Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод. Очистка и утилизация сточных вод, загрязненных нефтепродуктами	2	1					зачет
6.15	Тема 15. Современные тенденции в использовании природных источников воды. Основные категории и нормы водопотребления. Системы водоснабжения, их классификация, особенности и основные элементы. Особенности промышленного водоснабжения и использования воды	2	1					зачет
	Итого	32 ✓	16 ✓					

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
2.5	Тема 5. Золоотвалы, использование и утилизация золы. Влияние золошлакоотвалов на окружающую среду.							зачет
3	РАЗДЕЛ III. Выбросы оксидов азота с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу	2	2					
3.6	Тема 6. Влияние оксидов азота на окружающую среду. Характеристики NO_2 и NO . Нормативы выбросов оксидов азота. Содержание оксидов азота в продуктах сгорания. Источники образования оксидов азота. Механизмы образования оксидов азота							зачет
3.7	Тема 7. Первичные мероприятия, направленные на уменьшение выбросов NO_x . Горелки с низким выбросом NO_x . Ступенчатое сжигание топлива, как метод снижения выбросов NO_x . Рециркуляции дымовых газов котла. Впрыск воды в ядро факела как метод снижения выбросов NO_x							зачет
3.8	Тема 8. Вторичные мероприятия по снижению выбросов NO_x . Общая схема каталитических методов. Селективный некаталитический метод очистки дымовых газов от NO_x . Сравнительная эффективность, преимущества и недостатки различных методов предотвращения образования оксидов азота.							зачет
4	РАЗДЕЛ IV. Выбросы соединений серы с дымовыми газами тепловых электрических станций в атмосферу	1	1					

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
5.13	Тема 13. Дымовые трубы. Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов. Автоматизированная система мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух							зачет
6	РАЗДЕЛ VI. Сточные воды тепловых электрических станций и их очистка	0,5						
6.14	Тема 14. Влияние сточных вод тепловых электрических станций на природные водоемы. Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод. Очистка и утилизация сточных вод, загрязненных нефтепродуктами							зачет
6.15	Тема 15. Современные тенденции в использовании природных источников воды. Основные категории и нормы водопотребления. Системы водоснабжения, их классификация, особенности и основные элементы. Особенности промышленного водоснабжения и использования воды							зачет
	Итого	6	4					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Белов, В.Г. Охрана окружающей среды. Учебник для технических специальностей вузов. Высшая школа, 1991 г. – 319 с.
- 2/ Охрана окружающей среды: учебное пособие для техн. спец. вузов / под ред. С.В. Белова. – Москва: Высшая школа, 1983. – 263 с.
2. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций/ А.И. Абрамов [и др.] – М.: Издательство МЭИ, 2002.– 378 с.
3. Родионов, А.И. Клушин, В.Н. Торогешников, Н.С. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов. – Москва. Химия, 1989 г. – 512 с.
4. Челноков А.А. Основы промышленной экологии: учебное пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Высшая школа, 2001. – 343 с.

Дополнительная литература

1. Бретшнайдер, Б. Охрана воздушного бассейна от загрязнения. Технология и контроль. Перевод с англ. Ленинград: Химия, 1988. – 288 с.
2. Гохберг, Ж.Л. Захаров, М.С. Методы и приборы автоматического контроля выбросов ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
3. Носков, А.С. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба (технологические аспекты). Аналитический обзор, Академия наук СССР, ордена Ленина Сибирское отделение. Новосибирск. 1990 г. – 184 с.
4. Сигал, И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1988. – 312 с.
5. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Ленинград. Гидрометеиздат. 1986 г. – 183 с.

Учебно-методические комплексы

1. Экология энергетики: Электронный учебно-методический комплекс дисциплины (ЭУМКД) для студентов специальностей 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» / авт.-состав.: Н.В. Овсянник, Н.В. Широглазова. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2011. – Режим доступа: elib.gstu.by

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Экология энергетики: курс лекций для студентов специальностей 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения/ Н.В. Овсянник, Н.В. Широглазова. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 100 с.
2. Экология энергетики [Электронный ресурс]: практикум по одноименному курсу для студентов специальностей 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / Н.В. Овсянник, Н.В. Широглазова; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Гомельский го-

сударственный технический университет имени П.О. Сухого», Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология», – Гомель: ГГТУ, 2014. – 45 с. – Режим доступа: elib.gstu.by


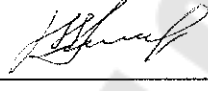

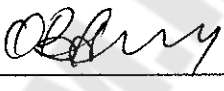


3. Экология энергетики: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения/ Н.В. Овсянник, – Гомель: УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», 2008. – 41с.

Список литературы составлен А.В. Пилишова

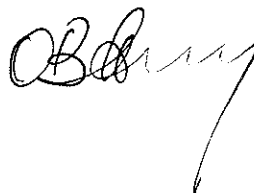
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Расчет содержания твердых частиц, окислов ванадия и золы в дымовых газах теплоэнергоустановок.
2. Расчет содержания окислов азота (NO) в дымовых газах теплоэнергоустановок.
3. Расчет содержания сернистых соединений (SO₂) в дымовых газах теплоэнергоустановок
4. Расчет содержания оксида углерода (CO) в дымовых газах теплоэнергоустановок
5. Определение выбросов бенз(а)пирена при сжигании жидких и газообразных топлив и при сжигании твердых топлив.
6. Расчет взвешенных веществ и сухого остатка в сточной воде теплоэнергоустановок.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Высшая математика	Кафедра «Высшая математика»		26.10.2016 № 11
Физика	Кафедра «Физика»		26.10.2016 № 11
Основы экологии	Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»		26.10.2016 № 11
Основы энергосбережения			26.10.2016 № 11
Топливо и теория горения			26.10.2016 № 11
Химия	Кафедра «Материаловедение в машиностроении»		26.10.2016 № 11

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент



А.В.Овсянник