

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

«Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов»

**Направления подготовки**

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

## Цель освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: овладение знаниями о научных основах и основных технологических приёмах очистки и обезвреживания промышленных выбросов на промышленных предприятиях.

Задачи изучения дисциплины состоят в получении студентами:

- знаний о свойствах и характеристиках загрязняющих веществ;
- знаний о методах контроля и измерительной технике для определения концентрации вредных веществ;
- умения проводить экологическую экспертизу энергетических установок, работающих в заданном технологическом режиме;
- умения выявлять возможности снижения вредных выбросов от энергетических установок без снижения их технических показателей;
- умения разрабатывать мероприятия по сокращению вредных выбросов веществ в природную среду с учётом технико-экологических решений.

Профессиональные стандарты:

- 24.083 Специалист-теплоэнергетик атомной станции;
- 24.009 Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными станциями;
- 24.001 Работник по оперативному управлению объектами тепловой электростанции;
- 20.014. Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции.

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение дисциплины «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов» связано с необходимостью знаний основ математики, химии, технической термодинамики, экологии, широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083);
- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009);
- А/02.6 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083);
- В/05.6. Проведение профилактических мероприятий по предотвращению нарушений в работе оборудования ТЭС, аварий и пожаров (ПС 20.001);
- В/01.6. Разработка инструкций, стандартов и регламентов деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014);
- В/05.6. Ликвидация аварий и восстановление нормального режима функционирования тепломеханического оборудования ТЭС ( ПС 20.014).

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
--	---------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

Сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-1 способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	З-ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения У-ПК-1 Уметь: работать с информационным пространством на сервере (веб-сервере) организации для хранения, обмена и совместного использования информации по проекту В-ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта.
Организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования; контроль соблюдения технологической дисциплины	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-6 Способен обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины	З-ПК-6 Знать: основы организации производства, труда и управления; нормы техники безопасности и производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда У-ПК-6 Уметь: применять методы оптимизации планирования рабочего времени, расхода материалов, энергии и топлив с учетом требований безопасности В-ПК-6 Владеть: навыками организации производства работ с соблюдением правил безопасности

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность,	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства Рос-

		<p>посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>	сии.
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	<p>1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.</p> <p>2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях</p>

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 3-ем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

#### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма *)	Максимальный балл за раздел **
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1	Введение. Роль, структура и задачи дисциплины. Взаимосвязь промышленных установок с окружающей средой	16	2			14	КР-1	25
	2	Виды промышленных выбросов и их физические	18	2		4	12		

		свойства							
	3	Методы и средства удаления твердых веществ из газообразных промышленных выбросов	18/2	2		4/2	12		
2	4	Сточные воды промышленных предприятий. Методы очистки и обезвреживания сточных вод	20/2	4		4/2	12	КР-2	25
	5	Твердые промышленные отходы и методы их переработки	20	4		4	12		
	6	Экологическая экспертиза, контроль, природоохранные программы и мероприятия	16	2			14		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/4</b>	<b>16</b>		<b>16/4</b>	<b>76</b>	<b>3</b>	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КР	Контрольная работа
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<i>Лекция 1. Взаимосвязь промышленных установок с окружающей средой. Характеристики загрязнения окружающей среды и основные методы ее защиты. Показатели качества окружающей среды (ОС). источники загрязнения атмосферы. Источники загрязнения атмосферы. Характеристики загрязнителей ОС. Основные процессы инженерной защиты окружающей среды от техногенных загрязнений. Энергетическое загрязнение ОС.</i>	2	1-7
<i>Лекция 2. Виды промышленных выбросов и их физические свойства. Классификация выбросов вредных веществ по агрегатному состоянию: газообразные, жидкие, твердые.</i>	2	1-7
<i>Лекция 3-4. Методы и средства удаления твердых веществ из газообразных промышленных выбросов. Очистка газов от твердых частиц. осаждение под действием сил тяжести и инерционных сил. пылесоса-дательные камеры. Инерционные пылеуловители. Фильтрация пылегазовых систем. Рукавные фильтры. Очистка газов в поле центробежных сил. Циклон. Фактор разделения. Расчет циклонов. Батарейные циклоны. Сравнительная характеристика и выбор аппаратов для очистки газов от примесей.</i>	2	1-7
<i>Лекция 5-6. Сточные воды промышленных предприятий. Методы очистки и обезвреживания сточных вод. Характеристики сточных вод. оборудование для механической очистки сточных вод. Отстаивание. песколовки. Конструкции отстойников. Фильтрация. Типы фильтровальных перегородок. Устройство фильтров для очистки сточных вод. Центробежные методы. Центрифугирование. Конструк-</i>	4	1-7

ции центрифуги. Сепараторы. Гидроциклоны. Утилизация осадков сточных вод.		
<i>Лекция 7-8. Твердые промышленные отходы и методы их переработки.</i> Источники образования твердых отходов и их классификация. методы измельчения твердых отходов. Методы разделения и обогащения твердых отходов. Методы утилизации твердых отходов.	4	1-7
<i>Лекция 9. Экологическая экспертиза, контроль, природоохранные программы и мероприятия.</i> Общественный экологический контроль в России: правовое регулирование и практика. экологический контроль: анализ действующего законодательства перспектив развития. Право на общественный экологический контроль.	2	1-7

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<i>Расчет технических параметров центробежных пылеуловителей.</i> Расчет гидравлического сопротивления противоточных циклонов, одиночного и батарейного исполнения. Расчеты степени улавливания в центробежных пылеуловителях	8	1-7
<i>Расчет основных параметров отстойников</i>	8	1-7

### Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Виды контроля промышленных выбросов (изучение темы самостоятельно, подготовка к блиц-опросу на лекции)	16	1-7
Классификация отходящих газов. Методы утилизации газообразных отходов (изучение темы самостоятельно, подготовка к блиц-опросу на лекции)	15	1-7
Химическая очистка сточных вод. Методы нейтрализации. Физико-химические методы очистки сточных вод. Флотация. Утилизация соединений редкоземельных элементов (изучение темы самостоятельно, подготовка к блиц-опросу на лекции)	15	1-7
Основные методы утилизации фосфогипса. Отходы производства калийных удобрений (изучение темы самостоятельно, подготовка к блиц-опросу на лекции)	15	1-7
Особенности осуществления общественного экологического контроля за эксплуатацией отдельных объектов. Контроль экологического состояния территорий (изучение темы самостоятельно, подготовка к блиц-опросу на лекции)	15	1-7

### Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

### Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

## Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

## Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
1	Раздел 1	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6,	Коллоквиум 1
2	Раздел 2	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6,	Коллоквиум 2
<b>Промежуточная аттестация</b>			
1	Зачет	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6,	Вопросы к зачету (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются устный и письменный опрос.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используется коллоквиум.

Для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения выставляется зачет.

### Вопросы входного контроля

1. Из каких газов состоит воздух?
2. Физические и химические свойства кислорода. Процентное содержание кислорода в воздухе.
3. Физические и химические свойства углекислого газа.
4. Оксид углерода и его физические и химические свойства.
5. Азот и его оксиды.
6. Сера. В состав каких соединений входит сера?

7. Представление о хлорсодержащих веществах - фреонах
8. Представление о вредных веществах.
9. Представление о загрязнениях атмосферы.
10. Вытяжные системы вентиляции.
11. Представление о гальванических цехах и удалении вредностей.
12. Вытяжные зонты.
13. Бортовые отсосы.
14. Процессы сжигания топлива.
15. Процесс удаления в атмосферу продуктов сгорания топлива.
16. Представление о литейном и металлургическом производстве.
17. Привести собственные примеры загрязнения окружающей среды.
18. Представление об атмосферном давлении и его измерении.
19. Какое давление называют избыточным? Как оно измеряется?
20. Охарактеризовать абсолютное давление.
21. Охарактеризовать "нормальные условия" для газа.
22. Что характеризует водородный показатель pH?
23. Какой величиной pH определяется кислотная среда, щелочная среда?

### **Оценочные средства текущего контроля**

Текущий контроль проводится по каждой теме практического занятия с целью определения уровня самостоятельной работы студента над учебными материалами дисциплины. Результаты текущего контроля влияют на рейтинг студента. Проводится по результатам выполнения и защиты практических занятий, на основании решения студентами самостоятельных работ и контрольных работ студентами заочной формы обучения.

#### **Вопросы к Коллоквиуму 1.**

1. Характеристики загрязнения окружающей среды
2. Основные методы защиты окружающей среды
3. Показатели качества окружающей среды
4. Источники загрязнения атмосферы
5. Характеристики загрязнений окружающей среды
6. Энергетическое загрязнение окружающей среды
7. Виды промышленных газообразных выбросов
8. Виды промышленных жидких выбросов
9. Виды промышленных твердых выбросов
10. Пылеосадительные камеры
11. Инерционные пылеуловители
12. Центробежные пылеуловители
13. Фактор разделения
14. Расчет циклонов
15. Сравнительная характеристика и выбор аппаратов для очистки газов от примесей
16. Расчет гидравлического сопротивления противоточных циклонов, одиночного и батарейного исполнения.
17. Расчеты степени улавливания в центробежных пылеуловителях.
18. Расчет основных параметров воздушного фильтра
19. Методы утилизации газообразных отходов

#### **Вопросы к Коллоквиуму 2.**

1. Характеристики сточных вод
2. Отстаивание. Конструкции отстойников
3. Расчет основных параметров отстойников
4. Песколовки
5. Типы фильтровальных перегородок
6. Устройство фильтров для очистки сточных вод
7. Центрифугирование. Конструкции центрифуг
8. Сепараторы
9. Гидроциклоны



10. Утилизация осадков сточных вод
11. Методы утилизации твердых отходов
12. Источники образования твердых отходов
13. Классификация твердых отходов
14. Методы измельчения твердых отходов
15. Методы разделения твердых отходов
16. Методы обогащения твердых отходов
17. Федеральный экологический контроль: взгляд в прошлое, оценка настоящего и перспективы развития
18. Эффективность экологического контроля
19. Особенности осуществления общественного экологического контроля за эксплуатацией отдельных объектов
20. Контроль экологического состояния территорий

### Шкала оценивания коллоквиума

«Зачтено»	Теоретический вопрос рассмотрен в полном объеме. Студент может дать поясняющие комментарии.
«Не зачтено»	Теоретический вопрос рассмотрен не в полном объеме. Студент не может дать поясняющие комментарии.

### Контрольная работа

Включает в себя комплект разноуровневых задач по вариантам.

**Задача 1.** Определить эффективность циклона типа СДК-ЦН-33 (циклон), по номограмме (рис.1), при следующих условиях: гидравлическое сопротивление циклона  $\Delta P$ , Па; средний медианный размер пыли  $d_{50}^T$ , мкм; плотность пыли  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>; диаметр циклона  $D_{ц}$ , м; температура очищаемого газа  $t$ , °С (числовые данные представлены в табл.1).

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип циклона	ЦН-24	ЦН-15у	ЛИОТ	СИОТ	ЦН-15	ЦН-11	СК-ЦН-34	УЧ-38	ВЦНКИОТ	4БЦШ
$\Delta P$ , Па	1500	1450	1000	1400	1400	1500	800	600	1300	1400
$d_{50}^T$ , мкм	7	7	8	6	8	8	7	8	7	8
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	3000	4000	4000	3000	3000	3000	3000	3000	4000	3000
$D_{ц}$ , мм	0,8	1	1,2	1,2	0,8	1	0,8	0,8	1,2	1
$t$ , °С	300	400	400	400	300	300	400	400	200	400

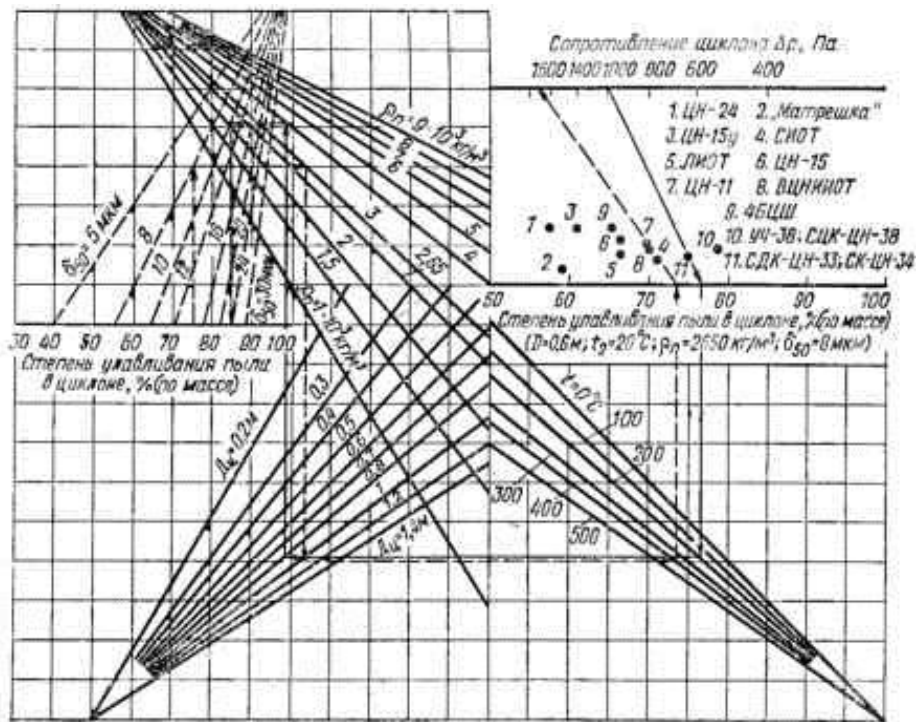


Рис.1. Номограмма для определения эффективности циклона

**Задача 2.** Определить, каким будет гидравлическое сопротивление циклона, по номограмме (рис.1), при следующих условиях: требуемая эффективность улавливания  $\xi$ , %; средний медианный размер пыли  $d_{50T}$ , мкм; плотность пыли  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>; диаметр циклона  $D_{ц}$ , м; температура очищаемого газа  $t$ , °C (числовые данные представлены в табл.2).

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип циклона	ЦН-24	ЦН-15у	ЛИОТ	СИОТ	ЦН-15	ЦН-11	СК-ЦН-34	СДК-ЦН-33	УЧ-38	4БЦШ
$\xi$ , %	60	60	65	75	85	80	70	75	80	65
$d_{50T}$ , мкм	8	8	7	6	7	8	8	6	7	6
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	3000	3000	2650	2000	3000	3000	2650	2000	2000	3000
$D_{ц}$ , мм	800	600	800	1000	1000	1200	800	1000	1200	800
$t$ , °C	400	200	400	300	300	400	400	300	300	400

### Шкала оценивания контрольной работы

«Зачтено»	Текст условия задачи приведен полностью. Работа выполнена на одной стороне листа. Решение задачи ведется поэтапно, с пояснением каждого хода решения. Перед вычислением искомых величин вначале дана расчетная формула в буквенном выражении, затем подставлены численные значения всех входящих в нее параметров. При решении задачи соблюдается единство размерностей величин, входящих в ту или иную зависимость.
«Не зачтено»	Текст условия задачи приведен неполностью. Отсутствует поэтапное решение задачи. Студент не может пояснить хода решения. При решении задачи не соблюдено единство размерностей величин, входящих в ту или иную зависимость.

### Вопросы к зачету

1. Характеристики загрязнения окружающей среды
2. Основные методы защиты окружающей среды
3. Показатели качества окружающей среды
4. Источники загрязнения атмосферы
5. Характеристики загрязнений окружающей среды
6. Энергетическое загрязнение окружающей среды
7. Виды промышленных газообразных выбросов
8. Виды промышленных жидких выбросов
9. Виды промышленных твердых выбросов

10. Пылеосадительные камеры
11. Инерционные пылеуловители
12. Центробежные пылеуловители
13. Фактор разделения
14. Расчет циклонов
15. Сравнительная характеристика и выбор аппаратов для очистки газов от примесей
16. Расчет гидравлического сопротивления противоточных циклонов, одиночного и батарейного исполнения.
17. Расчеты степени улавливания в центробежных пылеуловителях.
18. Расчет основных параметров воздушного фильтра
19. Методы утилизации газообразных отходов
20. Характеристики сточных вод
21. Отстаивание. Конструкции отстойников
22. Расчет основных параметров отстойников
23. Песколовки
24. Типы фильтровальных перегородок
25. Устройство фильтров для очистки сточных вод
26. Центрифугирование. Конструкции центрифуг
27. Сепараторы
28. Гидроциклоны
29. Утилизация осадков сточных вод
30. Методы утилизации твердых отходов
31. Источники образования твердых отходов
32. Классификация твердых отходов
33. Методы измельчения твердых отходов
34. Методы разделения твердых отходов
35. Методы обогащения твердых отходов
36. Федеральный экологический контроль: взгляд в прошлое, оценка настоящего и перспективы развития
37. Эффективность экологического контроля
38. Особенности осуществления общественного экологического контроля за эксплуатацией отдельных объектов
39. Контроль экологического состояния территорий

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Баллы за разделы	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-65	30-50	«зачтено» - 30-50 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «зачтено» выставляется, если студент имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
64-0	29-0	«не зачтено» - 0-29 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и</li> </ul>

			результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.
--	--	--	--

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 332 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/152483/#326>

2. Процессы, аппараты и техника защиты окружающей среды : учебное пособие / В. И. Легкий, Ю. .. Горбатенко, И. Г. Первова, И. Н. Липунов ; под редакцией И. Н. Липунова. — Екатеринбург : УГЛТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Очистка газопылевых выбросов — 2018. — 299 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/142510/#3>

### **Дополнительная литература:**

3. Александров, А. А. Таблицы теплотехнических свойств воды и водяного пара. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98 [Текст] : справочник / А. А. Александров, Б. А. Григорьев. - 2-е изд., стереотип. - М. : Альянс, 2020. - 168 с.

4. Нарышкин, Д. Г. Равновесия в растворах электролитов. Расчеты с Mathcad : учебное пособие / Д. Г. Нарышкин, М. А. Осина, В. Ф. Очков. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 180 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/101866/#179>

5. Оценка качества вод и их способности к обработке : учебное пособие / И. Г. Ушакова, Г. А. Горелкина, А. А. Кадысева, О. В. Широченко. — Омск : Омский ГАУ, 2014. — 88 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/64861/#8>

6. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности : учебное пособие / Я. А. Жилинская, И. С. Глушанкова, М. С. Дьяков, М. В. Висков. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 401 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/160631/#2>

7. Сотникова, Е. В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания : учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко, В. С. Сотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 576 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/53691/#568>

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

ПО любых версий.

Поисковые системы в сети Интернет – Yandex.ru, Google.com

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием (ауд.411).

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

Компьютер ORION 215 – 1;

процессор-AMD Athlon(tm)Iix2215, 2,70 GHz

оперативная память – 4,00 Gb.

Проектор Casio XJ-V2 – 1;

Микрофон Aceline AMIC-1 настольный-1;

Экран настенный с электроприводом -1;

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика» (ауд.318).

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторный стенд ТОТ-ТПБ для испытания различных конструкций теплообменников;

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

1.Определение теплоемкости воздуха;

2. Определение критического диаметра тепловой изоляции;
3. Определение критического перепада давления и критической скорости;
4. Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов.

Лабораторный стенд «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов».

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы и изучении основных дисциплин по профилю подготовки.

Для эффективного освоения дисциплины студентам необходимо проявлять наибольшую активность во время аудиторных занятий, следовать указаниям ведущего преподавателя, выполнять самостоятельную работу в объеме, установленном рабочей программой дисциплины.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и позволяют сформировать систематизированные основы знаний по дисциплине, позволяют раскрыть наиболее сложные, основополагающие вопросы.

В ходе лекционных занятий надлежит конспектировать наиболее важные положения изучаемой темы, а по окончании занятия задавать вопросы, вызывающие затруднения с усвоением рассматриваемой темы. Рекомендуется перед следующим лекционным занятием повторить материал рассмотренной темы, изучить современную литературу, выполнить самостоятельную работу в заданном объеме.

Практические занятия по дисциплине позволяют проверить усвоение теоретического материала, формировать практические навыки и умения под руководством преподавателя, углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. Для успешного выполнения практических заданий и освоения дисциплины перед каждым практическим занятием необходимо выучить теоретический материал соответствующей темы, используя как конспект лекций, так и рекомендуемую литературу. По результатам выполнения практической работы проводится оценка текущей успеваемости, которая суммируется к результатам аттестации разделов.

Самостоятельная работа подразумевает под собой проработку теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы по той или иной теме, последующий отчет по результатам самостоятельной работы в форме, установленной преподавателем.

Средством информационной поддержки организации самостоятельной работы студентов в рамках учебной дисциплины являются информационно-образовательная среда (ИОС), электронно-библиотечные системы, доступные БИТИ НИЯУ МИФИ, абонемент и периодика.

Для выполнения самостоятельной работы студенту нужен либо домашний компьютер с доступом в интернет, либо компьютерные класс №222.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в ИОС.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в процессе подготовки бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника», ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

В ходе изложения лекционного материала следует приводить наиболее яркие и запоминающиеся примеры, задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. В заключительной части лек-

ции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию.

При подготовке к практическому занятию преподавателю необходимо уточнить план его проведения, продумать перечень задач, подлежащих решению во время практического занятия. Оказывать методическую помощь студентам в подготовке к занятию, выполнению домашних заданий. В ходе практического занятия во вступительном слове раскрыть теоретическую и практическую значимость темы, определить порядок его проведения, количество решаемых задач. Целесообразно в ходе решения задач задавать обучающимся дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения глубины знания по рассматриваемой теме. В заключительной части практического занятия следует подвести его итоги: дать объективную оценку ответов каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного практического занятия. Ответить на вопросы студентов. Назвать тему очередного занятия.

После каждого лекционного и практического занятия необходимо сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

В результате освоения дисциплины студенты сдают зачет.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил доцент Костин Д.А.

Рецензент: доцент Устинов Н.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.