



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института энергетики и
автоматизированных систем
С.И. Лукьянов
«18» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ АУДИТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль программы

Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем
Теплотехнических и энергетических систем
4
8

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 01.10.2015 № 1081.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем «25» сентября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой _____ / Е.Б. Агапитов /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «26» сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель _____ / С.И. Лукьянов /

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ТиЭС, д.т.н., доцент

_____ / Е.Б. Агапитов /

Рецензент:

зам. начальника ЦЭСТ ПАО «ММК», к.т.н.

_____ / В.Н. Михайловский /

Лист регистрации изменений и дополнений

[illegible]

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» являются:

- развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль подготовки – Энергообеспечение предприятий;
- изучение структуры и принципов построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, закономерностей и характерных особенностей ее функционирования, а также составление и анализ энергетических и эксергетических балансов различного назначения и вида, с целью качественной и количественной оценки состояния энергетического хозяйства и энергоиспользования.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- основных разделов предмета;
- неразрывной связи систем энергообеспечения промышленных предприятий с системами производства энергоносителей, режимов потребления, повышения эффективности степени их использования.

2 Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Рабочая программа учебной дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в результате изучения дисциплин:

Б1.Б.17 «Гидрогазодинамика»;

Б1.В.08 «Нагнетатели и тепловые двигатели»;

Б1.В.10 «Технологические энергоносители предприятий».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении и защите выпускной квалификационной работы.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК – 8 – готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	
Знать	- проблемы метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования - отечественные и зарубежные подходы к организации метрологического обеспечения технологических процессов - разнообразные приемы организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

Уметь	- организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля - организовать обсуждение метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля - находить эффективные решения при организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования
Владеть	- методами метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля - навыками дискуссии при обсуждении метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля - методами эффективной организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования
ПК – 9 – способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	
Знать	- основные методы соблюдения экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия
Уметь	- распознавать эффективное решение от неэффективного - обсуждать способы эффективного решения экозащитного мероприятия - объяснять, выявлять и строить типичные модели решения экологических и энергосберегающих задач
Владеть	- основными методами решения задач в области энергетики и экозащитных мероприятий, способами совершенствования профессиональных знаний - способами демонстрации и умения анализировать ситуацию

4 Структура и содержание дисциплины «Теплотехнический аудит промышленных предприятий »

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы – 144 акад. часов, в том числе:

контактная работа – 69.95 акад. часов;
 - аудиторная работа – 66 акад. часов;
 - внеаудиторная работа – 3.95 акад. часа;
 самостоятельная работа – 38.35 акад. часов;
 подготовка к экзамену – 35.7 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия ¹	самост. раб.			
Раздел 1. Введение в курс и основы энергобалансов предприятий	8							
Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика	8	4	4/2И	2/2И	5	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. [ИДЗ№1]	Текущий контроль успеваемости	ПК-8– зув
Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП	8	4	4/2И	2	4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей	Текущий контроль успеваемости	ПК-8– зув ПК-9-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
						программой дисциплины. [ИДЗ№2]		
ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом	8	4	4/2И	2/2И	4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. [ИДЗ№3]	Текущий контроль успеваемости	ПК-8– зув ПК-9-зув
Тепловой баланс ПП его классификация и структура	8	4	4/2И	2	4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. [ИДЗ№4]	Текущий контроль успеваемости	ПК-8– зув ПК-9-зув
Методы сведения балансов горючих ВЭР	8	4		2	4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой	Текущий контроль успеваемости	ПК-8– зув ПК-9-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
						дисциплины. [ИДЗ№5]		
Методы сведения балансов производственного пара	8	4	2	1	4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. [ИДЗ№6]	Текущий контроль успеваемости	ПК-8– зув ПК-9-зув
Низкопотенциальные ВЭР	8	4			4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины.[ИДЗ №7]	Текущий контроль успеваемости	ПК -8 зув
Утилизационные установки	8	1	4		4	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины.[ИДЗ	Текущий контроль успеваемости	ПК -8 зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
						№8]		
Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР	8	4		2	2,7	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. [ИДЗ№9]	Текущий контроль успеваемости	ПК -8 зув
Итого по разделу 1.		33	22/8И	11/4И	38,35			
Итого по дисциплине	8	33	22/8И	11/4И	38,35	Промежуточный контроль - экзамен		

5 Образовательные и информационные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно - компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ)

1. Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика

Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП).

Значение ТЭС ПП для эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), их классификация.

Рациональное построение ТЭС ПП, как один из путей экономии энергоресурсов.

ТЭС ПП на примере металлургического комбината с полным технологическим циклом.

Задача оптимального построения ТЭС ПП.

Топливный баланс реального металлургического комбината.

Причины больших значений расходов топлива на выпуск единицы продукции промышленными предприятиями.

Пути экономии ТЭР.

2. Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП

Реальные графики выхода и потребления энергоресурсов и их учет.

Понятие внутренних энергетических ресурсов (ВЭР) ПП.

Особенности использования ВЭР, их энергетический потенциал.

Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы.

Методы определения величины выхода горючих и тепловых ВЭР.

Энергетическая эффективность использования ВЭР.

Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР.

Определение экономии топлива при использовании тепловых ВЭР.

Экономическая эффективность использования ВЭР.

Внутренние энергетические ресурсы и ТЭС ПП.

3. ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом

Структура теплоэнергетической и энерготехнологической систем комбината. Энергетические характеристики основных производств (коксохимическое, агломерационное, доменное, сталеплавильное, прокатное).

4. Тепловой баланс ПП его классификация и структура

Принципы составления теплового баланса.

Структура теплового баланса предприятий, его виды.

Тепловой баланс потребителей теплоты.

Паровой и конденсатный балансы предприятия.

Тепловой баланс предприятия с собственной котельной.

Расходы теплоты на технологические нужды, отопление, вентиляцию и систему горячего водоснабжения.

Удельные нормы теплоты на выработку отдельных видов продукции, влияние основных факторов.

Топливо-энергетический и материальный балансы отдельных производств металлургического комбината с полным технологическим циклом и комбината в целом.

Основные понятия эксергетического анализа.

Составление эксергетического баланса.

Примеры составления эксергетического баланса некоторых основных производств металлургического комбината.

5. Методы сведения балансов горючих ВЭР

Особенности использования горючих ВЭР.

Методы сведения балансов горючих ВЭР и снижения их потерь.

Буферные потребители горючих ВЭР.

Методы использования периодических выходов горючих газов.

Конструкция и особенности работы аккумуляторов газа (газгольдеров).

Схемы использования периодических выходов горючих газов с применением аккумуляторов теплоты.

6. Методы сведения балансов производственного пара

Причины возникновения дебалансов пара.

Методы сведения балансов производственного пара.

Использование заводской ТЭЦ в качестве звена, замыкающего баланс производственного пара по заводу.

Аккумуляторы пара.

Выравнивание паропроизводительности утилизационных установок за счет использования подтопки с рециркуляцией газов.

Пиковые паровые котлы.

Использование избытков пара утилизационных установок, в том числе для выработки электроэнергии.

7. Низкопотенциальные ВЭР

Низкопотенциальные ВЭР, определение и классификация.

Повышение давления пара в турбокомпрессорах.

Сезонное использование физической теплоты газов с низкой температурой.

Схемы использования теплоты охлаждения конструктивных элементов технологических агрегатов.

Использование низкопотенциальных ВЭР в вентиляционных схемах промышленных предприятий.

8. Утилизационные установки

Утилизационные установки (УУ) в энергосистеме промышленного предприятия.

Общая характеристика УУ.

Оптимальное распределение горючих ВЭР.

Использование избыточного давления газов и жидкостей.

Утилизационные установки, использующие ВЭР в виде физической теплоты газов, горячей продукции, охлаждения элементов конструкций агрегатов и т.д.

Выбор параметров пара утилизационных установок.

Схемы установки котла-утилизатора в газовом тракте технологического агрегата.

9. Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР

Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства.

Схемы применения газовых утилизационных бескомпрессорных турбин и их особенности.

Использование теплоты доменного газа, уходящих газов доменных воздухоподогревателей,

Использование теплоты пара системы испарительного охлаждения и тепла доменного шлака.

Примерные темы практических занятий (ПТПЗ)

1. Расчеты по определению выхода тепловых и горючих ВЭР и их энергетического потенциала.
2. Определение экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. Расчет степени сухости и энтальпии влажного пара, получаемого на утилизационных установках с использованием балансовых уравнений.
3. Определение экономии топлива, при использовании тепловых ВЭР для случаев наличия на заводе котельных и ТЭЦ.
4. Расчеты параметров пара утилизационных установок. Выбор оптимальных параметров пара при утилизации тепловых ВЭР.
5. Расчет параметров доменного газа за газовой утилизационной бескомпрессорной турбиной и ее мощности при расширении насыщенного доменного газа.
6. Расчет теплового баланса доменных воздухонагревателей.
7. Тепловой расчет парового аккумулятора с определением аккумулирующей способности, его водяного и геометрического объема.
8. Определение экономии топлива за счет повышения давления пара низких параметров в компрессорах.
9. Расчет теплового баланса доменного производства.

7. Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК –9 – способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве		
Знать	основные методы соблюдения экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия -основные мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	Основные методы экологической безопасности на следующих производствах, методы расчета энергобалансов: 1.Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП). 2.Рациональное построение ТЭС ПП, как один из путей экономии энергоресурсов. 3.Топливный баланс реального металлургического комбината. 4.Реальные графики выхода и потребления энергоресурсов и их учет. Понятие внутренних энергетических ресурсов (ВЭР) ПП. 5.Особенности использования ВЭР, их энергетический потенциал. 6.Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы. 7.Методы определения величины выхода горючих и тепловых ВЭР. Энергетическая эффективность использования ВЭР. Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. 8.Экономическая эффективность использования ВЭР. 9.Структура теплоэнергетической и энерготехнологической систем комбината. 10.Принципы составления теплового баланса. Структура теплового баланса предприятий, его виды. 11.Тепловой баланс потребителей теплоты. 12.Паровой и конденсатный балансы предприятия. 13.Топливо-энергетический и материальный балансы отдельных производств металлургического комбината с полным технологическим циклом и комбината в целом. 14.Методы сведения балансов горючих ВЭР и снижения их потерь. Буферные потребители горючих ВЭР.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		15.Схемы использования периодических выходов горючих газов с применением аккумуляторов теплоты. 16. Методы сведения балансов производственного пара. Аккумуляторы пара. 17.Выравнивание паропроизводительности утилизационных установок за счет использования подтопки с рециркуляцией газов. 18.Использование избытков пара утилизационных установок, в том числе для выработки электроэнергии. 19.Схемы использования теплоты охлаждения конструктивных элементов технологических агрегатов. 20.Утилизационные установки (УУ) в энергосистеме промышленного предприятия. 21.Использование избыточного давления газов и жидкостей. 22.Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства. 23. Использование теплоты пара системы испарительного охлаждения и тепла
Уметь	обсуждать, объяснять, выявлять и строить типичные модели решения экологических и энергосберегающих задач	1. Определить теоретические массу и объем воздуха, необходимого для горения 1 м³ метана при нормальных условиях. 2. Определить объем и массу воздуха, необходимого для горения 1 кг органической массы состава: С – 60 %, Н – 5 %, О – 25 %, N – 5 %, W – 5 % (влажность), если коэффициент избытка воздуха $\alpha = 2,5$; температура воздуха 305 К, давление 99500 Па. 3. Определить объем воздуха, необходимого для горения 5 м³ смеси газов, состоящих из 20 % CH₄; 40 % C₂H₂; 10 % CO; 5 % N₂ и 25 % O₂, если коэффициент избытка воздуха равен 1,8. 4. Определить коэффициент избытка воздуха при горении уксусной кислоты, если на горение 1 кг поступило 3 м³ воздуха. 5. Определить объем воздуха, пошедшего на окисление 1 м³ аммиака, если в продуктах горения содержание кислорода составило 18%.
Владеть	практическими навыками решения задач в области энергетики и экозащитных мероприятий	<i>Пример задания:</i> Для нагрева 100 кг/с воды от 20 °С до 150 °С при давлении $p = 6$ атм. Используется метан. Определить объем необходимого газа и коэффициент избытка воздуха, а при необходимости воздуха обогащенного кислородом для термодинамически-эффективного нагрева.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	методами решения практических задач в области энергосбережения	Построить температурно-тепловой график процесса, отметить существенные особенности.
ПК – 8 – готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования		
Знать	- проблемы метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования - отечественные и зарубежные подходы к организации метрологического обеспечения технологических процессов - разнообразные приемы организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Методы метрологического обеспечения для составления: 1.Топливный баланс реального металлургического комбината. 2.Реальные графики выхода и потребления энергоресурсов и их учет. 3.Выход ВЭР, оценка их энергетического потенциала. 4.Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы. 5.Методы определения величины выхода горючих и тепловых ВЭР. 6.Оценка энергетической эффективности использования ВЭР. 7.Оценка определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. 8.Экономическая эффективность использования ВЭР. 9.Тепловой баланс потребителей теплоты. 10.Паровой и конденсатный балансы предприятия. 11.Топливо-энергетический и материальный балансы отдельных производств металлургического комбината с полным технологическим циклом и комбината в целом. 12.Методы сведения балансов горючих ВЭР и снижения их потерь. Буферные потребители горючих ВЭР. 13.Схемы использования периодических выходов горючих газов с применением аккумуляторов теплоты. 14. Методы сведения балансов производственного пара. Аккумуляторы пара. 15.Использование избытков пара утилизационных установок, в том числе для выработки электроэнергии. 16.Использование избыточного давления газов и жидкостей. 17.Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства. 18. Использование теплоты пара системы испарительного охлаждения и тепла

Структурны й элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																			
Уметь	- организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля - организовать обсуждение метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля - находить эффективные решения при организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Уметь организовать метрологическое обеспечение и оценку: Реальные графики выхода и потребления энергоресурсов и их учет. Понятие внутренних энергетических ресурсов (ВЭР) ПП. Особенности использования ВЭР, их энергетический потенциал. Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы. Методы определения величины выхода горючих и тепловых ВЭР. Энергетическая эффективность использования ВЭР. Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. Определение экономии топлива при использовании тепловых ВЭР. Экономическая эффективность использования ВЭР. Внутренние энергетические ресурсы и ТЭС ПП.																																			
Владеть	-методами метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля - навыками дискуссии при обсуждении метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля - методами эффективной организации метрологического обеспечения технологических	Для оценки текущей позиции компетенции применяются лабораторные стенды кафедры ТиЭС. Выполняется съем, расчет, обобщение экспериментальных данных и получение зависимостей с применением соответствующего математического аппарата. Пример: Подготовить таблицы «Журнал наблюдений» и «Результаты расчетов по опытным данным». Таблица 1 <table><tr><th colspan="9">Журнал наблюдений</th></tr><tr><th rowspan="2">№ п/п</th><th colspan="4">Полное давление в сечениях</th><th colspan="4">Пьезометрическое давление в сечениях</th></tr><tr><th colspan="2">1</th><th colspan="2">2</th><th colspan="2">1</th><th colspan="2">2</th></tr><tr><td></td><td>По прибору,</td><td>Па</td><td>По прибору,</td><td>Па</td><td>По прибору,</td><td>Па</td><td>По прибору,</td><td>Па</td></tr></table>	Журнал наблюдений									№ п/п	Полное давление в сечениях				Пьезометрическое давление в сечениях				1		2		1		2			По прибору,	Па	По прибору,	Па	По прибору,	Па	По прибору,	Па
Журнал наблюдений																																					
№ п/п	Полное давление в сечениях				Пьезометрическое давление в сечениях																																
	1		2		1		2																														
	По прибору,	Па	По прибору,	Па	По прибору,	Па	По прибору,	Па																													

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		6. Рассчитать плотность воздуха при температуре $\rho_t = 1,29 \frac{T_0}{T_t} = 1,29 \frac{273}{273+t}$ 7. Из уравнения (11) определить коэффициент скорости $\varphi = \frac{\omega_2}{\sqrt{\frac{2(P_{1полн} - P_{2пвз})}{\rho_в}}} = \frac{\sqrt{P_{2ск}}}{\sqrt{P_{1полн} - P_{2пвз}}}$ 8. Найти среднее значение коэффициента скорости $\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i}{n}$ где n – число значений φ_i. Так как коэффициент сжатия струи $\varepsilon \approx 1$, можно принять $\bar{\varphi} = \bar{\mu}$ где $\bar{\mu}$ – коэффициент расхода. 9. Определить объемные расходы воздуха, вытекающего из сопла $V = \bar{\mu} f_0 \sqrt{\frac{2(P_{1полн} - P_{2пвз})}{\rho_в}}$ где $f_0 = 0,785 d^2 = 0,000314 \text{ м}^2$ – площадь выходного сечения сопла. 10. Определить действительную скорость для каждого опыта из уравнения расхода (12): $\omega_2 = \frac{V}{f_0}$ 11. Вычислить числа подобия Эйлера Eu и Рейнольдса Re. Если критерий Рейнольдса меняется, а критерий Эйлера остается постоянным, то наступает режим автомодельности, т.е. струя создает подобные эпюры скоростей для поперечных сечений потока. $Eu = \frac{P_{1ск} - P_{2ск}}{\rho_в \omega_2^2}$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Число подобия Эйлера указывает на отношение изменения давления к удвоенному скоростному давлению. $\Re = \frac{\omega_2 d}{\nu}$ где d – диаметр сопла, $d = 0,02$ м. ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха, $\nu = 15,1 \cdot 10^{-6}$. 12. Результаты расчетов занести в табл. 2. 13. По результатам расчетов построить графическую зависимость $V = f(P_{2ck})$, а также зависимость $Eu = f(\Re)$. 14. В выводах указать: - каким образом зависят потери давления от расхода жидкости (газа); - какова величина коэффициента; - наблюдается ли автомодельность в рассматриваемом диапазоне расходов; - как зависит расход жидкости через сопло от пьезометрического давления перед соплом.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, при условии выполнения текущих практических заданий, выявляющих степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку «**отлично**» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. не менее 90% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку «**хорошо**» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. находится в пределах от 75% до 90% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку «**удовлетворительно**» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. находится в пределах от 60% до 75% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку «**неудовлетворительно**» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теплотехнический аудит промышленных предприятий»

а) Основная литература:

1. Картавцев, С. В. Современные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / С. В. Картавцев ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 59 с. : ил., граф., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=591.pdf&show=dcatalogues/1/1102540/591.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2 Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А.М. Протасевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 286 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005515-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013521> – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Агапитов, Е. Б. Энергетика и охрана окружающей среды : учебное пособие [для вузов] / Е. Б. Агапитов, В. Н. Михайловский, М. С. Соколова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1691-3. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4032.pdf&show=dcatalogues/1/1532661/4032.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Иванов, Ю. Н. Основы международной статистики : учебник / под общ. ред. д-ра экон. наук Ю.Н. Иванова. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 621 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003641-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/945546> – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. А.Н. Чернов, Т.П. Семенова, Е.Б.Агапитов Удаление избытков теплоты из помещений вычислительных центров [Текст]:Методические указания к лабораторной

работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 10 с.

2. Т.П. Семенова, Н.Г. Злоказова Определение коэффициентов местных сопротивлений воздуховодов[Текст]:Методические указания к лабораторной работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014 – 6 с.

3. Т.П. Семенова, М.С Каблукова Испытание автономного кондиционера [Текст]:Методические указания Магнитогорск, Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015 – 6 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Стандартные		
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно
Дополнительные		
Microsoft Windows 10 Pro	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . –URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим

доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю).
– Текст: электронный.

8. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
9. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
10. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
11. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
12. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
13. Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный консорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
14. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
15. РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» предусмотрены следующие виды занятий: лекционные, лабораторные, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), экзамен.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации, система автоматического зашторивания с экраном, доска.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория гидрогазодинамики	Вентилятор с электродвигателем; кондиционер; компрессор.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования