

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна
 Должность: Директор филиала
 Дата подписания: 28.05.2026 12:18:24
 Уникальный программный ключ:
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал

Приложение 4

к ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Промышленная теплоэнергетика

Рабочая программа дисциплины

Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий

Закреплена за подразделением	Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)		
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Промышленная теплоэнергетика		
Квалификация	Бакалавр		
Форма обучения	заочная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	Виды контроля на курсах:	
Часов по учебному плану	144	экзамен 4 контрольная работа 4	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	119	119	119	119
В том числе сам. работа в рамках ФОС				
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, Бушуев Антон Николаевич

Рабочая программа дисциплины

Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий

Составлен на основании учебного плана:

13.03.01_26_Теплоэнергетика и теплотехника_ПрПТЭ_заоч.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Промышленная теплоэнергетика протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Мажирина Раиса Евгеньевна.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель дисциплины: формирование знаний в области использования вторичных энергоресурсов и обучение эффективному вовлечению их энергетического потенциала в технологическую схему предприятий.
1.2	Задачи изучения дисциплины: изучение состояния и перспектив использования вторичных энергетических ресурсов и возможность их вовлечения в структуру топливно-энергетического комплекса РФ, а также изучение конструкций установок и устройств для утилизации вторичных энергетических ресурсов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Основы трансформации теплоты	
2.1.2	Нагнетатели и тепловые двигатели	
2.1.3	Технология подготовки воды и топлива на объектах теплоэнергетики	
2.1.4	Учебная практика	
2.1.5	Воздухоподготовка	
2.1.6	Физико-химические свойства воды	
2.1.7	Гидрогазодинамика	
2.1.8	Механика жидкости и газов	
2.1.9	Метрология, сертификация и технические измерения	
2.1.10	Автоматизация тепловых процессов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Технологические энергоносители предприятий	
2.2.3	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	
2.2.4	Преддипломная практика	
2.2.5	Электроснабжение и оборудование промышленных предприятий	
2.2.6	Электрическая часть тепловых электростанций	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	
Знать:	
ОПК-3-31 Основные способы получения, преобразования и транспорта теплоты	
ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций	
Знать:	
ПК-3-31 методики определения потенциальных и возможных вторичных энергетических ресурсов в основных технологических процессах, конструкции систем и устройств утилизации вторичных энергетических ресурсов	
ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	
Уметь:	
ОПК-3-У1 проводить расчеты теплотехнических установок и теплоперенос в них	
ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций	
Уметь:	
ПК-3-У1 проводить расчеты процессов и аппаратов обеспечивающих реализацию выявленных резервов энергоресурсов	
ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	

Владеть:

ОПК-3-В1 навыками расчета теплотехнических установок и систем

ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций

Владеть:

ПК-3-В1 навыками эксплуатации тепломеханического оборудования с учетом энергосбережения и снижения выбросов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Общая информация о вторичных энергоресурсах							
1.1	Общие энергетические отходы. Классификация вторичных энергоресурсов по видам энергии. Виды и направления использования вторичных энергетических ресурсов. /Лек/	4	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
1.2	Расчет экономии топлива при использовании вторичных энергоресурсов. /Пр/	4	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
1.3	Экологические проблемы традиционной энергетики. Возможности использования ВЭР в промышленности. Энергетическая стратегия России. Использование ВЭР в мире. Экологические проблемы использования ВЭР. Перспективы использования ВЭР. Инновационные проекты по использованию ВЭР в мире. /Ср/	4	40	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
	Раздел 2. Оборудование для использования вторичных энергоресурсов							

2.1	Утилизационная установка. Глубокая переработка горючих вторичных энергетических ресурсов. Пиролиз. Конструкции газогенераторов, достоинства и недостатки. Утилизация высокотемпературных тепловых вторичных энергетических ресурсов. Котлы-утилизаторы и их классификация. Утилизация низкотемпературных тепловых вторичных энергетических ресурсов. Рекуперативные и регенеративные теплоутилизаторы. Контактные и контактно-поверхностные теплоутилизаторы. /Лек/	4	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
2.2	Изучение схем утилизации в высокотемпературных и низкотемпературных установках. /Пр/	4	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
2.3	Анаэробное и аэробное сбраживание. Получение биогаза в метантеках. Подготовка к использованию и хранение биогаза. Характеристики методов утилизации тепла в промышленности. Утилизация вторичных энергетических ресурсов избыточного давления. Принцип работы и основные технические параметры турбодетандера. /Ср/	4	79	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
	Раздел 3. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам							
3.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	4	0		Л1.3Л2.3 Л2.5			
3.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	4	0		Л1.3Л2.3 Л2.5			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Зачет	ПК-3-31	Вопросы к зачету 1. Общие энергетические отходы. 2. Классификация вторичных энергоресурсов по видам энергии. 3. Виды и направления использования вторичных энергетических ресурсов. 4. Экономия топлива при использовании вторичных энергетических ресурсов. 5. Утилизационная установка. 6. Глубокая переработка горючих вторичных энергетических ресурсов. 7. Пиролиз. 8. Конструкции газогенераторов, достоинства и недостатки. 9. Анаэробное и аэробное сбраживание. 10. Получение биогаза в метантеках. 11. Подготовка к использованию и хранение биогаза. 12. Утилизация высокотемпературных тепловых вторичных энергетических ресурсов. 13. Характеристики методов утилизации тепла в промышленности. 14. Котлы-утилизаторы и их классификация. 15. Утилизация низкотемпературных тепловых вторичных энергетических ресурсов. 16. Рекуперативные и регенеративные теплоутилизаторы. 17. Контактные и контактно-поверхностные теплоутилизаторы. 18. Утилизация вторичных энергетических ресурсов избыточного давления. 19. Принцип работы и основные технические параметры турбодетандера.
-----	-------	---------	---

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	РГР		РГР выполняется по вариантам в виде 1 теоретического вопроса и задачи. Примеры теоретических вопросов: Инновации по использованию ВЭР Экологические вопросы использования вторичных энергоресурсов (на примере производства или предприятия) Оборудование (установки) использования ВЭР (на примере производства или предприятия) Тематика задач: Расчет биогазовой установки Расчет утилизационной установки Расчет количества энергии утилизационной турбины Расчет экономии топлива за счет использования ВЭР

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Компьютерное тестирование по разделам дисциплины

К целям использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива не относятся:
 сокращение потребления невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов
 развитие технологии нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
 обеспечение децентрализованных потребителей и регионов с дальним и сезонным завозом топлива
 снижение расходов на дальнепривозное топливо

К вторичным энергоресурсам относятся:
 электроэнергия, вырабатываемая на электростанциях
 пар, вырабатываемый в котельной
 пар, вырабатываемый на ТЭЦ
 пар, получаемый в виде отходов при мокром тушении кокса

Вторичные энергетические ресурсы – это:
 теплота, отработавшая в основном технологическом процессе
 теплота, отработавшая в основном технологическом процессе, которая не может быть использована для нужд энергетики

теплота, которая может быть использована для нужд энергетики
теплота, отработавшая в основном технологическом процессе, но которая может быть в дальнейшем использована
теплота, не полностью отработавшая в основном технологическом процессе

Целесообразность и эффективность использования ВЭР определяется:

тепловой мощностью энергоисточника, непрерывностью выдачи теплоты и температурным уровнем
тепловой мощностью энергоисточника
непрерывностью выдачи теплоты
температурным уровнем
по результатам наладочных испытаний

К энергетическим отходам не относятся

неизбежные потери в технологическом агрегате или установке
энергия, которая возвращается обратно в технологический агрегат (установку) за счет регенерации или рециркуляции
вторичные энергетические ресурсы
первичные энергетические ресурсы

Потенциал тепловых вторичных энергетических отходов характеризуется:

низшей теплотой сгорания
перепадом температур
работой изоэнтальпного расширения
перепадом энтальпий

При температурах греющих газов, характерных для низкотемпературных котлов-утилизаторов, главную роль играет:

лучистый теплообмен
конвективный теплообмен
теплопроводность
турбулентный обмен
все вышеуказанные процессы

При температурах греющих газов, характерных для высокотемпературных котлов-утилизаторов, главную роль играет:

лучистый теплообмен
конвективный теплообмен
теплопроводность
турбулентный обмен
все вышеуказанные процессы

Эффективность работы котла-утилизатора зависит от:

температуры поступающего газа
способа подачи газа
объема поступающего газа
всего вышеперечисленного

Что является источником энергии детандер-генераторной установки?

сжигание газового топлива при высоком давлении на горелке
сжигание газового топлива при низком давлении
перепад давлений между магистральным газопроводом и распределительной сетью
изменение состава углеводородов в газовом топливе
перепад температур между магистральным газопроводом и распределительной сетью

Какие вторичные энергоресурсы образуются на гидроэлектростанциях?

нагретая охлаждающая вода конденсационных устройств турбин
отходящие дымовые газы котлоагрегатов
нагретая охлаждающая вода из системы охлаждения электрических генераторов
все вышеперечисленное

Какие преимущества имеет водородное топливо?

низкая стоимость
удобство поставки
экологическая чистота
безопасность применения
высокая теплотворная способность

Солнечные водонагреватели применяются в целях:

выпаривания солевых растворов
отопления и горячего водоснабжения
горячего водоснабжения
отопления

получения электроэнергии

Пассивный солнечный обогрев – это:

обогрев зданий посредством соответствующей ориентации и дизайна
оборудование здания системой солнечных теплогенераторов
оборудование здания системой фотоэлектрических панелей
оборудование здания солнечными установками подогрева воды

К высокому температуре относится?

более 100 °С
100-200 °С
200-300 °С
450 °С;
более 500 °С.

К средней температуре относится?

более 100 °С
100-200 °С
160 до 500 °С
450 °С
более 500 °С

К низкой температуре относится?

более 100 °С
100-200 °С
160 до 500 °С
менее 160 °С
более 500 °С

Содержание кислорода в выхлопных газов современных энергетических ГТУ составляет...

14-16 %
25-30%
38-55%
4-14%
24-40%

Какой вид ВЭР представляет собой отходы теплотехнологии, которые используются в топочных процессах?

горючие
тепловые
избыточного давления
силовые
газообразные

Вторичные энергоресурсы – ?

потенциальная энергия газов, выходящих из технологических агрегатов
тепловые отходы, представляющие собой энтальпию продуктов, выбрасываемых из технологических установок
энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических процессах и установках
прочие расходы на транспорт внутри помещения
потери в собственных источниках энергии

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Критерии оценивания ответа на зачете с оценкой

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче зачета с оценкой считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Сибикин М.Ю.	Технология энергосбережения : учебник		Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014
Л1.2	А.В. Кравцов, М.А. Самборская, А.В. Вольф, О.Е. Митянина	Основы проектирования процессов переработки природных энергоносителей : учебное пособие		Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015
Л1.3	Стрельников Н.А.	Энергосбережение: учебник		Новосибирск : НГТУ, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др., под ред. А.В. Клименко	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях		Москва: Издательский дом МЭИ, 2010
Л2.2	Яковлев Б.В.	Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения		Москва : Новости теплоснабжения, 2008
Л2.3	М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие		Москва ;Берлин : Директ-Медиа, 2014
Л2.4	О.К. Григорьева, А.А. Францева, Ю.В. Овчинников	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие		Новосибирск : НГТУ, 2015
Л2.5	Г.В. Панкина, Т.В. Гусева, Ф.В. Балашов и др. ; ред. Г.В. Панкина	Энергосбережение и энергетическая эффективность : учебное пособие		Москва : АСМС, 2010

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	НФ НИТУ МИСИС	https://nf.misis.ru/
Э2	Научная электронная библиотека	https://cyberleninka.ru/
Э3	Научная электронная библиотека	https://www.elibrary.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
-----	---

П.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
П.3	Microsoft Teams
П.4	WinDjView 2.0.2
П.5	MATLAB & Simulink
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	energybase.ru/ - каталог электростанций (атомных, гидравлических, тепловых и др.)и подстанций мира;
И.2	window.edu.ru - единое окно доступа к образовательным ресурсам

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
127	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Лаб	1 шт. - Интерактивная доска Panasonic; 1 шт. - Проектор Epson; 1 шт. - Документ- камера Avermedia; 1 шт. - Хаб ACORP 16 порт; 12 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Системный блок NORBELis; 1 шт. - Монитор LCD Acer; 12 шт. - Компьютерные столы; 8 шт. - Ученический стол; 12 шт. - Кресло компьютерное; 16 шт. - Стулья; 1 шт. - Книжный шкаф; 1 шт. - Ученическая доска.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимися инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и

т.п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы

осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.