



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГиАС
В.Р. Храмнин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Направление подготовки (специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы

Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники
25.01.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой



Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель



В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Теплотехнических и энергетических систем



Е.Г. Пешноренко

Рабочая программа составлена:
зав. кафедрой ОмМО, канд. техн. наук



Д.Ю. Усатый

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАН Инжиниринг", канд. техн. наук



Е.С. Сусницын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются изучение физических закономерностей процессов, происходящих при движении носителей заряда в вакууме, газах, твердых телах, на границах раздела сред и принципов построения и работы электронных приборов различного назначения, что позволит разрабатывать на их основе электронные устройства, предназначенные для контроля и управления в промышленности; получения студентами знаний и навыков структуры средств автоматизации, основных понятиях теории автоматического регулирования, анализа технологии работы и протекания теплофизических процессов рассмотрены системы автоматического регулирования и защиты различных теплоэнергетических установок.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Цифровые технологии в теплоэнергетике входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Информатика

Электроэнергетические системы и сети

Введение в направление

Метрология и теплотехнические измерения

Техническая термодинамика

Гидрогазодинамика

Теплотехнический эксперимент

Парогенераторы промышленных предприятий

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Энергетические станции промышленных предприятий

Энергосбережение и вторичные энергоресурсы

Тепловые электрические станции

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Цифровые технологии в теплоэнергетике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ								
1.1 Физические основы электроники. Структура средств автоматизации.	7	2			6	Самостоятельная проработка вопросов 1-3, прил. 1	Конспект лекций.	ПК-3.1
1.2 Теория автоматического управления (регулирования).		2			6	Самостоятельная проработка вопросов 4-5, прил. 1	Конспект лекций.	ПК-3.1
Итого по разделу		4			12			
2. Раздел 2. РЕГУЛИРУЮЩИЕ ОРГАНЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК								
2.1 Общее назначение регулирующих органов.	7	2		4	6	Самостоятельная проработка вопросов 6-7, прил. 1	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
2.2 Сочленение регулирующих органов с исполнительными механизмами регуляторов.		2		4	6	Самостоятельная проработка вопросов 8-9, прил. 1	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
2.3 Регулирование производительности тягодутьевых машин. Дроссельные поворотные заслонки. Регулирующие органы топливоподающих устройств.		2		4	6	Самостоятельная проработка вопросов 10-11, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		6		12	18			
3. Раздел АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	3.							

3.1 Регулирование тепловой нагрузки котла (расхода топлива).	7	4		4	6	Самостоятельная проработка вопросов 12-13, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.2 Автоматическая система регулирования разрежения в топке котла.		2		2	6	Самостоятельная проработка вопросов 14, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.3 Регулирование уровня воды в барабане котла (регулирование питания котла водой).		2		2	3,5	Самостоятельная проработка вопросов 15, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.4 Регулирование водного режима в барабанных паровых котлах (регулирование солесодержания котловой воды).		3		2	2	Самостоятельная проработка вопросов 16, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.5 Регулирование температуры перегретого пара.		3		4	1	Самостоятельная проработка вопросов 17, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.6 Регулирование воздухоудных станций с центробежными компрессорами.		2		2	1	Самостоятельная проработка вопросов 17, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1, ПК-3.2
3.7 Построение функциональных схем автоматизации теплотехнологических процессов.		2			1	Самостоятельная проработка вопросов 18-20, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-3.1
Итого по разделу		18		16	20,5			
Итого за семестр		28		28	50,5		зао	
Итого по дисциплине		28		28	50,5		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Цифровые технологии в теплоэнергетике» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. 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. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, и тестированию.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Чепчуров, М. С. Автоматизация производственных процессов : учебное пособие / М.С. Чепчуров, Б.С. Четвериков. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 274 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/text-book_5bf2838b23e9f5.83215632. - ISBN 978-5-16-014256-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1183480>

2. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-521-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1157117>

б) Дополнительная литература:

1. Кудинов, А. А. Горение органического топлива: Учебное пособие / Кудинов А.А. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 390 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009439-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/999882>

2. Комков, В. А. Насосные и воздухоудные станции : учебник / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-010046-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1209805>

3. Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов [и др.] - Москва : Логос, 2020. - 376 с: ил. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1211589>

4. Тверской, Ю. С. Автоматизация пылеугольных котлов электростанций : монография / Ю. С. Тверской. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 472 с. — ISBN

978-5-8114-2858-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103073>

в) Методические указания:

1. Артамонов, Ю. С. Технические средства автоматизации : лабораторный практикум / Ю. С. Артамонов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/358>. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM..

2. Мухина, Е. Ю. Автоматизация технологических процессов : практикум / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 110 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2057>. - Текст : непосредственный. - Имеется печатный аналог.

3. Системы автоматизации и управления. Лабораторный практикум : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова, Т. Г. Обухова. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/67>. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Сухоносова, Т. Г. Диагностика и надежность автоматизированных систем : практикум / Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 71 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1994>. - Текст : непосредственный. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступов в электронную информационно-образовательную среду университета.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

1. Основные задачи и цели использования АСУ ТП и АСУП в промышленном производстве?
2. Принцип действия электроники и элементов?
3. Основные принципы теории автоматического управления?
4. Общее назначение регулирующих органов теплотехнических объектов.
5. Вибрационные и тарельчатые питатели в схемах автоматического дозирования топлива.
6. Основные принципы сочленения регулирующих органов с исполнительными механизмами регуляторов.
7. Способы передачи, отображения и хранения данных функционирования теплотехнических объектов.
8. Структура контура дозирования материалов.
9. Типы дозаторов сыпучих шихтовых материалов
10. Чем отличается каменный уголь от кокса?
11. Система управления подачей топлива в энергетические котлы.
12. Вибрационный питатель: принцип работы, достоинства и недостатки с точки зрения автоматического управления.
13. Контроль и автоматическое управление газодинамическим режимом объектов промышленной теплоэнергетики и энергетики теплотехнологий.
14. Контроль и автоматическое управление тепловым режимом объектов промышленной теплоэнергетики и энергетики теплотехнологий.
15. Методы контроля текущего температурного состояния технологического процесса.
16. Методы контроля содержания CO и CO₂ в продуктах сгорания топлива?
17. Регулирование мощности воздухоподогревателей с центробежными компрессорами.
18. Основные свойства детерминированных математических моделей технологического процесса.
19. Основные положения эмпирических моделей автоматического управления технологическими процессами промышленного производства?
20. Математические модели автоматического управления производством: основные принципы искусственных нейронных сетей применительно к объектам и системам промышленной теплоэнергетики.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов:

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

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

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

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
ПК-3 Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний		
Наименование дисциплины: Электронное оборудование в теплоэнергетике		
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	1. На каком принципе работают жидкостные приборы контроля давления? Приведите схемы приборов и укажите, какие виды давлений ими можно измерить? 2) На каком принципе работают поплавковые и колокольные манометры? Приведите схемы. 3) На каком принципе работают пружинные приборы? Виды пружинных приборов. Приведите схему манометра с трубчатой пружиной и объясните его работу. 4) Сделайте сравнительный анализ приборов с упругими чувствительными элементами, учитывая такие факторы, как: универсальность в применении, диапазон измеряемых величин класс точности приборов, возможность дистанционного измерения давления. Приведите схемы и объясните принцип работы скоростных счетчиков для жидкостей. Какие условия должны соблюдаться для нормальной работы счетчиков? 5) Приведите схемы объемных счетчиков и объясните их работу. Недостатки и достоинства счетчиков. 6) Приведите схемы объемных газовых счетчиков и объясните их работу. Приведите их характеристики 7) Измерение массы твердых материалов. Приведите схемы поворотных и рычажных весов и объясните их работу. 8) Как классифицируются расходомеры? Объясните принцип измерения расхода по методу

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		переменного перепада давления. Из каких элементов состоит промышленная расходомерная установка, работающая по методу переменного перепада давления? 9) Стандартные сужающие устройства. Какие условия должны соблюдаться при применении сужающих устройств? 10) Основные правила монтажа и эксплуатации расходомеров. С учетом, каких факторов производится выбор сужающих устройств? 11) Расходомеры постоянного перепада давления. Почему ротаметры нельзя устанавливать на горизонтальных участках трубопроводов? Приведите схему ротаметра с дифференциально-трансформационной передачей. 12) Приведите схему и объясните работу электромагнитного расходомера. Достоинства электромагнитных расходомеров.
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	1. Разработать систему автоматизации установки и дать предложение по совершенствованию исходных данных. Описание установки. Установка для приготовления моющего раствора (рисунок 2.6) работает следующим образом. В смеситель С1 подаются щелочь и вода, где они перемешиваются мешалкой. Моющий раствор подогревается до температуры 700С паром, подаваемым в рубашку, и откачивается из смесителя насосом Н1. Исходные данные. Система автоматизации установки для приготовления моющего раствора должна выполнять следующие функции: 1) измерение и регистрация на ЭВМ уровня раствора в смесителе (максимальное рабочее значение 1 м); 2) измерение и регистрацию на ЭВМ температуры в смесителе (максимальное рабочее значение 700С); 3) регулирование уровня в смесителе расходом воды; 4) регулирование температуры в смесителе расходом пара; 5) сигнализацию верхнего и нижнего значений уровня в смесителе, сигнализацию крайних положений исполнительных механизмов на ЭВМ и сигнализацию состояния (включен/отключен) двигателей насоса и мешалки на ЭВМ;. 6) блокировка - отключение насоса по нижнему уровню в смесителе; 7) управление - включение/отключение двигателя насоса и включение/отключение двигателя мешалки. 2. Разработать систему автоматизации теплообменника типа «труба в трубе». Исходные данные: Система автоматизации

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		установки должна обеспечивать следующие функции: 1) измерение давления на входе и выходе трубопровода горячего теплоносителя, измерение давления на входе и выходе трубопровода холодного теплоносителя; 2) измерение и регистрация на ЭВМ расхода, температуры на входе и выходе каждого теплоносителя; 3) регулирование расхода в трубопроводе подачи теплоносителей; 4) сигнализацию резкого повышения давления и температуры; 5) блокировку - прекращение подачи теплоносителей через аварийное оборудование.

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

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.