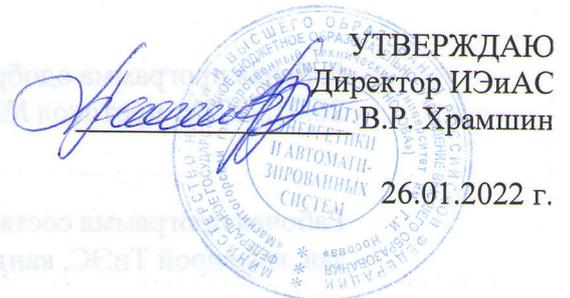




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

26.01.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА**

Направление подготовки (специальность)  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Цифровой инжиниринг объектов промышленной теплоэнергетики и энергетики  
теплотехнологий

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	1
Семестр	2

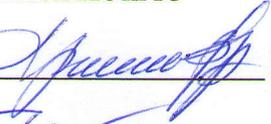
Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем  
18.01.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

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

 Е.Г. Нешпоренко

Рецензент:  
зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",  
канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Г. Нешпоренко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Г. Нешпоренко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины являются изучение принципов построения диспетчерских пунктов 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 топливно-энергетического комплекса входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Перспективы развития теплоэнергетики и теплотехнологий

Физические основы генерации электроэнергии и теплоты

Энергообеспечение промышленных теплотехнологических комплексов

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

Инжиниринг объектов и систем промышленных теплотехнологий

Диагноз энергетической эффективности теплотехнологий

Автоматизированные системы научных исследований

Синтез энергетически эффективных тепловых схем

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Цифровые технологии топливно-энергетического комплекса» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен к разработке мероприятий по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 39,2 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 69,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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 ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ	И							
1.1 Диспетчерские пункты. Структура средств автоматизации.	2	2			6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
1.2 Теория автоматического управления (регулирования).		2			6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
Итого по разделу		4			12			
2. Раздел 2. РЕГУЛИРУЮЩИЕ ОРГАНЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК МНЕМОСХЕМЫ	И							
2.1 Мнемосхемы технологических процессов. Общее назначение регулирующих органов.	2	2		1/ИИ	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
2.2 SCADA-системы. Сочленение регулирующих органов с исполнительными механизмами регуляторов.		2		1/ИИ	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
2.3 Регулирование производительности тягодутьевых машин. Дроссельные поворотные заслонки. Регулирующие органы топливоподающих устройств.		1		1/ИИ	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
Итого по разделу		5		3/ЗИ	18			

3. Раздел АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ SCADA-ИНТЕРФЕСЫ	3.  И							
3.1 Регулирование тепловой нагрузки котла (расхода топлива).	2	2		3/2И	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
3.2 Автоматическая система регулирования разрежения в топке котла.		1		2/1,8И	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
3.3 Регулирование уровня воды в барабане котла (регулирование питания котла водой).		1		2	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
3.4 Регулирование водного режима в барабанных паровых котлах (регулирование содержания котловой воды).		1		2/1,2И	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
3.5 Регулирование температуры перегретого пара.		1		4	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
3.6 Регулирование воздухоподогревателей с центробежными компрессорами.		1		2	4	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
3.7 Построение функциональных схем автоматизации теплотехнологических процессов.		2			5,1	Проработка лекционного материала. Приложение 1.	Конспект лекций. Собеседование.	ПК-2.1
Итого по разделу		9		15/5И	39,1			
Итого за семестр		18		18/8И	69,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18		18/8И	69,1		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Цифровые технологии топливно-энергетического комплекса» 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> (дата обращения: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

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> (дата обращения: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

#### **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> (дата обращения: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Комков, В. А. Насосные и воздуходувные 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> (дата обращения: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

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> (дата обращения: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

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> (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1334.pdf&show=dcatalogues/1/1123638/1334.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3507.pdf&show=dcatalogues/1/1514313/3507.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1061.pdf&show=dcatalogues/1/1119471/1061.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Сухонослова, Т. Г. Диагностика и надежность автоматизированных систем : практикум / Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 71 с. : ил., табл., схемы. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3449.pdf&show=dcatalogues/1/1514276/3449.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - 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	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
FAR Manager	свободно	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	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

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

### **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.

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 CO<sub>2</sub> в продуктах сгорания топлива?
17. Регулирование мощности воздуходувных станций 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.

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
<b>ПК-3 Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний</b>		
<b>Наименование дисциплины: Электронное оборудование в теплоэнергетике</b>		
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На каком принципе работают жидкостные приборы контроля давления? Приведите схемы приборов и укажите, какие виды давлений ими можно измерить?</li> <li>2) На каком принципе работают поплавковые и колокольные манометры? Приведите схемы.</li> <li>3) На каком принципе работают пружинные приборы? Виды пружинных приборов. Приведите схему манометра с трубчатой пружиной и объясните его работу.</li> <li>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?</li> <li>5) Приведите схемы объемных счетчиков и объясните их работу. Недостатки и достоинства счетчиков.</li> <li>6) Приведите схемы объемных газовых счетчиков и объясните их работу. Приведите их характеристики</li> <li>7) Измерение массы твердых материалов. Приведите схемы поворотных и рычажных весов и объясните их работу.</li> <li>8) Как классифицируются расходомеры? Объясните принцип измерения расхода по методу переменного перепада давления. Из каких элементов состоит промышленная расходомерная установка, работающая по методу переменного перепада давления?</li> <li>9) Стандартные сужающие устройства. Какие условия должны соблюдаться при применении сужающих устройств?</li> <li>10) Основные правила монтажа и эксплуатации расходомеров. С учетом, каких факторов производится выбор сужающих устройств?</li> <li>11) Расходомеры постоянного перепада давления. Почему ротаметры нельзя устанавливать на горизонтальных участках трубопроводов? Приведите схему ротаметра с дифференциально-трансформационной передачей.</li> </ol>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		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	<p>1. Разработать систему автоматизации установки и дать предложение по совершенствованию исходных данных.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>2. Разработать систему автоматизации теплообменника типа «труба в трубе».</p> <p>Исходные данные: Система автоматизации установки должна обеспечивать следующие функции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) измерение давления на входе и выходе трубопровода горячего теплоносителя, измерение давления на входе и выходе трубопровода холодного теплоносителя;</li> <li>2) измерение и регистрация на ЭВМ расхода, температуры на входе и выходе каждого теплоносителя;</li> <li>3) регулирование расхода в трубопроводе подачи теплоносителей;</li> <li>4) сигнализацию резкого повышения давления и температуры;</li> <li>5) блокировку - прекращение подачи теплоносителей через аварийное оборудование.</li> </ol>

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.