



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)**

***СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ***

Научная специальность  
2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

19.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Согласовано:


Зав. кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий

 Г.П. Корнилов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЭиМЭ, д-р техн. наук  М.Ю. Петушков

Рецензент:

Заведующий кафедрой «Электротехника»  «Московский политехнический университет», д-р техн. наук А.А. Радионов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 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 2024 - 2025 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 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

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

Целями освоения дисциплины (модуля) «Современные микропроцессорные устройства в электроэнергетике и электротехнике» являются: формирование у студентов знаний по принципам построения, техническому и программному обеспечению программируемых логических контроллеров, по методологии их применения в различных устройствах обработки, контрольно-измерительной аппаратуре, аппаратах защиты. В процессе изучения дисциплины студент должен усвоить особенности архитектуры и программного обеспечения контроллеров и микроконтроллеров, изучить типовые контроллеры.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Современные микропроцессорные устройства в электроэнергетике и электротехнике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-3	Способен широко использовать методы математического и IT-моделирования при разработке и эксплуатации электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем в нормальных и аварийных режимах работы
КНС-4	Способен разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.		
1. Раздел Элементы микропроцессорных систем							<i>КНС-3</i>
1.1. Тема Введение		4			4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
1.2. Тема Таймеры		4			4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
1.3. Тема Интерфейс системы		4			4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
1.4. Тема Блок сопряжения с внешней памятью		4			4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
1.5. Тема Системная шина и координаторы		4			4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
<b>Итого по разделу</b>		<b>20</b>			<b>20</b>		
2. Раздел Диагностика и отладка							<i>КНС-4</i>
2.1. Тема Оценочная плата TE5xx		4			2	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
2.2. Тема Система отладки		8			4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.		
2.3 Тема Система тактирования		6			2	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
2.4. Тема Технология системного проектирования с использованием систем на кристалле		4			2	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	
<b>Итого по разделу</b>		22			10		
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>42</b>			<b>30</b>	<b>зачет</b>	

Итого по дисциплине

зачет

#### **4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации**

В соответствии с особенностями профессиональной подготовки аспирантов направленность (профиль) программы Электротехнические комплексы и системы зачет по дисциплине «Современные микропроцессорные устройства в электроэнергетике и электротехнике» проводится в форме конференции, где студенты выступают с докладами по темам своих проектных работ, дополнительно преподавателем (и студентами) задаются вопросы по теме работы. Кроме того, аспирант готовит к зачету обязательное проектно-графическое приложение в виде пояснительной записки.

---

Примерная тематика проектных работ по дисциплине  
" Современные микропроцессорные устройства в электроэнергетике и электротехнике ":

1. Цифровые фильтры. КИХ-фильтры. БИХ-фильтры (часть 2).
2. Регуляторы ПИД, ПИ, П их передаточные функции. Z преобразования. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено( часть 2).
3. Пропорциональное звено. (часть 2).
4. FFT быстрые преобразования Фурье(часть 2).
5. Контроллер клавиатуры. (часть 2).
6. Контроллер ЖК дисплея. (часть 2).
7. ШИМ регуляторы. (часть 2).
8. Милли. (часть 2).
9. Автоматы Мура. (часть 2).

#### **5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **а) Основная литература:**

1. Баррет С.Ф, Пак Д.Дж. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12 / HCS12 с применением языка С [Электронный ресурс]. – М.: издательство «ДКМ Пресс», 2010. – 640 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=885](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=885). – Загл. с экрана. - ISBN: 5-9706-0034-2
2. Магда Ю.С. Микроконтроллеры серии 8051: практический подход [Электронный ресурс]ю – М.: издательство «ДКМ Пресс», 2010. – 228 с. – Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана. - ISBN: 5-94074-394-3

##### **б) Дополнительная литература:**

- 1 Магда Ю.С. Микроконтроллеры PIC 24: архитектура и программирование. [Электронный ресурс] / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. – Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана.
- 2 Магда Ю.С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров [Электронный ресурс] / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. – Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана.
- 3 Магда Ю.С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров [Электронный ресурс] / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. – Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана.
- 4 Предко М. PIC-микроконтроллеры: архитектура и программирование [Электронный ресурс] / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. – Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана.

- 5 Тавернье К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения. [Электронный ресурс] / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. – Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана.

#### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Программное обеспечение: САПР: TriscendFastChip, [Электронный ресурс]: Сайт разработчика программного обеспечения. - Режим доступа: <http://www.Triscend.com>
2. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: портал нормативных документов. - Режим доступа: <http://www.opengost.ru>
3. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: открытая база ГОСТов. - Режим доступа: <http://www.standartgost.ru>
4. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: Библиотека ГОСТов и нормативных документов. - Режим доступа: <http://www.libgost.ru>.
5. Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
6. Студенческая библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.libstudents.ru> , свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
7. Библиотека ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.magtu.ru/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
8. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ ; ред. Власенко Т.В. ; Web-мастер Козлова Н.В. — Электрон. дан. — М. : Рос. гос. б-ка, 1997— . — Режим доступа: <http://www.rsl.ru> , свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

#### Программное обеспечение

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Специализированный компьютерный класс (лаборатория 343)	5 комплектов отладочных плат Triscend TE512S32 с блоками питания + 5 В 0,5 А, 5 компьютеров с ОЗУ не менее 512 МБ, любой НЧ генератор, двухканальный осциллограф с разверткой не менее 0,2 мкс, измеритель частотных характеристик. Программное обеспечение Triscend FastChip, программы для расчета коэффициентов фильтров КИХ и БИХ.
Компьютерные классы университета	1. Персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением: <b>Autodesk Autocad, Autodesk Inventor, Autodesk 3DsMax; Компас-график (АСКОН).</b>



Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

<b>КНС-3 – способность широкого использования методов математического и ИТ-моделирования при разработке и эксплуатации электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем в нормальных и аварийных режимах работы</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и определения;</li> <li>– определения процессов при управлении от микропроцессорных систем во всех режимах работы.</li> </ul>	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что собой представляет параллельный интерфейс обмена данными?</li> <li>2. Что собой представляет последовательный интерфейс обмена данными?</li> <li>3. С какой целью используются биты четности? Стоповые биты?</li> <li>4. Достоинства и недостатки проводных и опτικο-волоконных каналов связи.</li> <li>5. Что собой представляет SPA-шина?</li> <li>6. Чем обусловлено время срабатывания цифровых реле?</li> <li>7. В каких случаях необходимо программное восстановление кривой тока?</li> <li>8. На основе чего осуществляется программное косвенное измерение температуры?</li> <li>9. Почему логическая защита шин наиболее просто реализуется именно на цифровых реле?</li> <li>10. Каким образом при самотестировании обнаруживается неисправность тракта АЦП?</li> <li>11. Как осуществляется самотестирование микропроцессора?</li> <li>12. Каков (в процентах) в среднем охват самотестированием устройств цифрового комплекта защиты?</li> <li>13. Как осуществляется прямое аналогово-цифровое преобразование?</li> <li>14. Принцип действия в реальном времени импульсного АЦП.</li> <li>15. Разновидности цифроаналоговых преобразователей.</li> <li>16. Назовите основные элементы структурной схемы цифрового устройства защиты.</li> <li>17. С какой целью в тракте аналого-цифрового преобразования микропроцессорного устройства релейной защиты используется мультиплексор?</li> <li>18. В каком виде могут выполняться входные преобразователи аналоговых сигналов?</li> <li>19. Достоинства и недостатки входного преобразователя аналогового сигнала, выполненного в виде катушки Роговского.</li> <li>20. Как выполняется защита от помех оптронных входных преобразователей дискретного сигнала?</li> <li>21. Назовите положительные и отрицательные стороны малого токового потребления оптронных преобразователей.</li> </ol>

		<p>22. Назовите требования к средствам визуального отображения информации в цифровых реле.</p> <p>23. Какие органы местного управления используются в цифровых реле?</p> <p>24. Какие способы хранения информации об уставках используются в цифровых реле?</p> <p>25. Назовите способы самотестирования устройств хранения данных.</p>
Уметь	<p>– объяснять типичные модели производственных процессов и задач требующих применения микропроцессорных систем;</p> <p>– обсуждать способы эффективного решения задач обоснованного применения микропроцессорной системы;</p> <p>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</p>	<p><b>Практические задания</b> В программном комплексе «Конфигуратор-НТ» составить таблицу подключений и таблицу назначений:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для терминала БМРЗ-122-Д-КЛ-01;</li> <li>2) для терминала БМРЗ-153-Д-УЗТ-01;</li> <li>3) для терминала БМРЗ-152-Д-КСЗ-01.</li> </ol>
Владеть	<p>– навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</p> <p>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</p> <p>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</b> Примерная тематика проектных работ по дисциплине</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контроллер ЖК дисплея.</li> <li>2. ШИМ регуляторы.</li> <li>3. Милли.</li> <li>4. Автоматы Мура.</li> </ol>
<p><b>КНС-4 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода</b></p>		
Знать	<p>– основные понятия и определения;</p> <p>– основные методы исследований, используемых в научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники;</p> <p>– основные методы исследования и правила научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники.</p>	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что понимается под дискретным мгновенным значением входного сигнала?</li> <li>2. Каким образом вычисляется косинусная ортогональная составляющая?</li> <li>3. С какой целью вводится алгоритмическая коррекция выдачи первого численного значения амплитуды?</li> <li>4. Принцип действия программного измерительного преобразования сопротивления.</li> <li>5. Что называется комплексной частотной характеристикой?</li> <li>6. Что собой представляют амплитудо-фазная и амплитудо-частотная характеристики?</li> </ol>

		<p>7. Что называется <math>\delta</math>-функцией?</p> <p>8. У какого вида сигналов выполняется квантование по уровню?</p> <p>9. В чем отличие между р-преобразованием и z-преобразованием Фурье?</p> <p>10. Назовите основные элементы функциональной схемы микропроцессора.</p> <p>11. В чем состоит назначение адресной шины микропроцессора?</p> <p>12. Для чего нужен регистр команд? Регистроперандов?</p> <p>13. Каково назначение регистров стека?</p>
Уметь	<p>– обсуждать способы эффективного решения;</p> <p>– объяснять типичные модели электротехнических задач;</p> <p>– применять знания в профессиональной деятельности и использовать их на междисциплинарном уровне.</p>	<p><b>Практические задания</b></p> <p>1. Дополнить предложенную логическую схему защиты КЛ 10 кВ цепями отключения от АЧР.</p> <p>2. Дополнить предложенную логическую схему защиты двигателя цепями групповой защиты минимального напряжения.</p> <p>3. Дополнить предложенную логическую схему защиты ВЛ 110 кВ дистанционной защитой с ВЧ-блокировкой.</p>
Владеть	<p>– основными методами решения задач в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода;</p> <p>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</p> <p>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</b></p> <p>1. Цифровые фильтры. КИХ-фильтры. БИХ-фильтры.</p> <p>2. Регуляторы ПИД, ПИ, П их передаточные функции. Z преобразования. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено.</p> <p>3. Пропорциональное звено.</p> <p>4. FFT быстрые преобразования Фурье.</p> <p>5. Контроллер клавиатуры.</p>

**Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные микропроцессорные устройства в электроэнергетике и электротехнике» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

*Зачет* по данной дисциплине проводится в устной форме по теоретическим вопросам, изучаемым на протяжении учебного семестра.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «**зачтено**» – 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 «**незачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.