

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетика, информационных технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент А.В. Белоусов

« 11 » 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

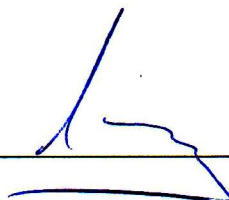
Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

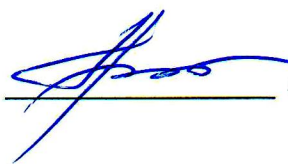
Составитель: канд. техн. наук _____



А.С. Солдатенков

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____



А.В. Белоусов

« 11 » июне 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 11 » июне 2016 г., протокол № 15

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____



А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 16 » июне 2016 г., протокол № 2/16

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____



А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>знать: классификацию, основные типы архитектур и параметры микроконтроллеров, применяемых для управления электроприводами и технологическими процессами;</p> <p>основы программирования на языке Ассемблер, структуру кода программ, систему команд и методы организации циклов и подпрограмм на Ассемблере;</p> <p>основы объектно-ориентированного программирования (ООП), преимущества и недостатки данного подхода, понятие класса, его свойств и методов, особенности создания классов и их использования, основные особенности построения объектно-ориентированных программ на языке C++.</p> <p>уметь: пользоваться различными интегрированными средами разработки (IDE) и средствами отладки программного обеспечения (ПО) микроконтроллеров;</p> <p>использовать основные концептуальные положения, методы, принципы и механизмы объектно-ориентированного программирования при разработке программного обеспечения для микроконтроллеров;</p> <p>разрабатывать с помощью микроконтроллеров и дополнительных модулей распределённые системы управления электроприводом с возможностью их интеграции в промышленные сети (Ethernet, RS-232/485 и т.д.).</p> <p>владеть: методами программирования контроллеров и функциональных модулей различного назначения с использованием библиотек разработчика;</p> <p>навыками работы с различными коммуникационными протоколами для передачи данных в промышленных информационных сетях и сети Интернет и настройки коммуникационных портов различных микропроцессорных устройств;</p> <p>навыками использования различной научно-</p>

			технической и справочной литературой и навыками работы с руководствами по подключению, настройке и программированию различных устройств.
2	ПК-7	Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: структуру и архитектурные особенности универсального однокристального микроконтроллера I7188EX, систему команд контроллера I7188EX, состав специализированных библиотек, инструментальные средства разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллера I7188EX;</p> <p>инструментальные средства разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллера I7188EX;</p> <p>основные программируемые функции и коммуникационные параметры современных преобразователей частоты (ПЧ).</p> <p>уметь: практически пользоваться микропроцессорами I7188EX при проектировании аппаратных и программных средств микропроцессорных систем управления электроприводом на базе преобразователя частоты; осуществлять выбор структур системы управления на базе контроллера I7188EX и алгоритмов реализации ее функций в соответствии с выбранными критериями проектирования; осуществлять монтаж, подключение и настройку различных преобразователей частоты, микроконтроллера, периферийных устройств и преобразователей интерфейсов.</p> <p>владеть: навыками разработки программного обеспечения для контроллера I7188EX, которое выполняет алгоритмы управления преобразователем частоты в соответствии с заданными параметрами технологического процесса, позволяет осуществлять настройку и контролировать выполнение задания в режиме реального времени;</p> <p>навыками интеграции GSM-модема в систему управления электроприводом на базе микроконтроллера I7188EX и разработки для него программного обеспечения.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Иностранный язык
2	Высшая математика
3	Физика
4	Информатика
5	Теоретические основы электротехники
6	Программирование и основы алгоритмизации
7	Электрические аппараты
8	Электрические машины
9	Электрические измерения
10	Электроника
11	Автоматизированные системы контроля и учета энергии
12	Электрический привод
13	Системы управления электроприводов
14	Элементы систем автоматики
15	Функциональные узлы цифровой автоматики
16	Датчики и регуляторы в электроприводе
17	Силовая электроника
18	Преобразовательная техника

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электропривод в современных технологиях
2	Автоматизация процессов и оборудования
3	Автоматизированные системы управления технологическими процессами
4	Преддипломная практика
5	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единицы, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	85	85
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	131	131

курсовой проект		
курсовая работа		
расчетно-графическое задание	18	18
индивидуальное домашнее задание		
<i>другие виды самостоятельной работы</i>	77	77
Форма промежуточная аттестация(зачет, экзамен)	36	Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения о микроконтроллерах					
1.1	Классификация микропроцессорных средств. Состав модулей базовой системы: микропроцессорный модуль, подсистема памяти, средства ввода-вывода, системная шина, характеристика интерфейсов в системе. Обмен данными с внешней средой.	2	-	-	2
1.2	Архитектура микропроцессоров. Архитектура фон Неймана и Гарвардская архитектура. Структура однокристалльного микропроцессора. CISC- и RISC-микропроцессоры. Особенности периферийных устройств специализированных процессоров, предназначенных для управления электроприводами.	2	-	-	2
2. Изучение контроллера I7188EX					
2.1	Назначение и области применения. Основные технические характеристики и электрические параметры. Устройство контроллера. Схемы подключения.	2	-	2	3
2.2	Способы и виды прошивок. Тестирование и настройка контроллера. Виртуализация последовательных портов. Поддерживаемые протоколы связи. Стандарты RS и 10BaseT.	2	-	2	3
2.3	Взаимодействие с операционной системой MiniOS7. Основные команды операционной системы MiniOS7.	-	2	-	2

2.4	Состав и назначение основных функциональных блоков. Порты ввода-вывода. Микросхемы памяти. Назначение внешних выводов. Платы расширения. Особенности работы дополнительных портов ввода-вывода. Машинные циклы работы контроллера. Таймер. Часы реального времени.	2	-	-	2
3. Основы программирования микроконтроллера I7188EX					
3.1	Инструментальные средства. Основы работы в различных интегрированных средах программирования (IDE) контроллера. Средства разработки и отладки программного обеспечения.	-	2	-	2
3.2	Программирование на Ассемблере. Регистры общего назначения. Флаги состояния. Память программ и данных. Прерывания. Структура кода программы Ассемблера. Стек.	2	-	-	2
3.3	Операции ввода-вывода символьной информации. Команды условных и безусловных переходов. Циклы. Основные команды ассемблера. Арифметические и логические операции. Ввод и вывод чисел.	2	4	-	5
3.4	Организация подпрограмм и процедур в языке Ассемблер. Системный таймер.	-	2	-	2
3.5	Целесообразность использования языка C++. Разработка прикладного программного обеспечения на языке C++. Цели и задачи объектно-ориентированного программирования (ООП). Объекты, абстракция, классификация. Свойства и методы – члены класса. Конструктор и деструктор.	2	2	-	3
3.6	Основные принципы и механизмы объектно-ориентированного программирования. Инкапсуляция, полиморфизм и наследование. Композиция и агрегация.	2	5	-	7
3.7	Состав библиотек разработчика. Работа с последовательными коммуникационными портами. Использование таймеров. Работа с памятью EEPROM, Flash и RTC.	2	-	-	2
4. Разработка систем удалённого управления распределёнными промышленными объектами на базе микроконтроллеров					
4.1	Построение распределённых микропроцессорных систем управления и мониторинга. Интеграция контроллера I7188EX в системы управления верхнего уровня. Требования надежности.	2	-	-	2
4.2	Принципы модульной структуры. Построение модульных сетей. Ограничения. Состав и назначение серии микропроцессорных модулей серии I7000. Модули удаленного ввода-вывода, преобразовательные и усилительные модули.	2	-	-	2

4.3	Особенности управления модулями дискретного и аналогового ввода-вывода. Протокол DCON. Управление модулями через сеть по протоколу Modbus с помощью контроллера I7188EX.	2	-	4	6
4.4	Управление преобразователями частоты серии Delta VFD. Настройка коммуникационных параметров портов связи. Группы программируемых параметров. Работа с преобразователем частоты по протоколу Modbus-RTU.	2	-	6	7
4.5	Особенности управления преобразователем частоты Danfoss VLD 2800 с помощью контроллера по интерфейсу RS-485 с использованием протокола Modbus-RTU.	2	-	4	5
4.6	Работа в сетях Ethernet/Internet по протоколу TCP/IP. Технология X-Server. Программирование Ethernet-порта. Технология Web-сервер для интеграции контроллера I7188EX в сеть Интернет.	2	-	6	7
4.7	Управление преобразователями частоты серии Altivar 71. Подключение преобразователя по шинам к различным информационным сетям. Основные коммуникационные функции протоколов связи. Работа с преобразователем частоты по протоколу Modbus-TCP.	-	-	6	6
4.8	Основы сотовой связи стандарта GSM, Физические и логические каналы GSM. Использование GSM-модемов для управления удалёнными объектами с помощью SMS-сообщений.	2	-	4	5
ВСЕГО:		34	17	34	77

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1.	Изучение контроллера I7188EX	Изучение основных команд операционной системы MiniOS7 и контроллера I7188EX.	2	2
2.		Изучение интегрированных сред программирования (IDE) контроллера.	2	2
3.	Основы программирования микроконтроллера I7188EX	Операции ввода/вывода информации на языке Ассемблер.	2	2
4.		Арифметические и логические операции при программировании на Ассемблере.	2	2
5.		Работа процедурами и подпрограммами при программировании на Ассемблере. Работа с таймером.	2	2
6.		Создание классов. Реализация класса «Точка на экране».	2	2
7.		Реализация класса для управления частотным преобразователем Delta VFD-B	3	3

		по протоколу Modbus-RTU.		
8.		Реализация класса для управления частотным преобразователем Delta VFD-EL по протоколу Modbus-RTU с помощью агрегирования других классов.	2	2
ИТОГО:			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1.	Изучение контроллера I7188EX	Изучение схем подключения контроллера I7188EX и работа с его коммуникационными портами.	4	4
2.	Разработка систем удалённого управления распределёнными промышленными объектами на базе микроконтроллеров	Разработка программы для управления модулем дискретного ввода/вывода I-7060 с помощью контроллера I7188EX по сети RS-485.	4	4
3.		Разработка Modbus-RTU клиента контроллера I7188EX для удалённого контроля и управления параметрами частотного преобразователя VFD-B по сети RS-485.	6	6
4.		Удалённое управление частотным преобразователем Danfoss VLT2800 по интерфейсу RS-485 с помощью контроллера I7188EX.	4	4
5.		Программирование Ethernet-порта контроллера I7188EX.	6	6
6.		Управление частотным преобразователем Altivar 71 с помощью контроллера I7188EX по сети Ethernet.	6	6
7.		Разработка SMS-клиента для GSM-модема Siemens MC35.	4	4
ИТОГО			34	34

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Общие сведения о микроконтроллерах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация микропроцессоров и микроконтроллеров. 2. Структура базовой микропроцессорной системы. Состав модулей системы. 3. Система команд микропроцессора. Периферийные устройства микропроцессора. 4. Понятие архитектуры микропроцессоров. Принципы фон Неймана. 5. Гарвардская архитектура. Отличия от архитектуры фон Неймана. 6. Особенности архитектуры CISC микропроцессора. 7. Достоинства и недостатки архитектуры RISC. Области применения RISC-процессоров. 8. Особенности однокристальных микропроцессоров. 9. Основные требования, предъявляемые к микроконтроллерам, используемых в системах управления электроприводом
2.	Изучение контроллера I7188EX	<ol style="list-style-type: none"> 10. Общие сведения об универсальном контроллере I7188EX. Назначение и области применения. Основные технические характеристики. 11. Архитектура контроллера I7188EX. Состав и назначение основных функциональных блоков. Порты ввода-вывода. Назначение выводов. 12. Архитектура контроллера I7188EX. Сторожевой таймер. Микросхемы памяти. 13. Машинные циклы работы контроллера I7188EX. Платы расширения. Особенности работы дополнительных портов ввода-вывода. 14. Программное обеспечение контроллера I7188EX. Виды прошивок. Поддерживаемые интерфейсы и протоколы связи. 15. Основные параметры и функции операционной системы MiniOS7. Основные команды операционной системы MiniOS7.

<p>3.</p>	<p>Основы программирования микроконтроллера I7188EX</p>	<ol style="list-style-type: none"> 16. Общие сведения о языке Ассемблер. Раздельная компиляция и компоновка. Отладка программ. 17. Формат ассемблерных команд. Структура программы на языке ассемблера. 18. Команды пересылки данных на языке Ассемблер. Арифметические команды. Переходы и сравнения. Способы адресации. Переменные. 19. Ввод-вывод символьной информации с использованием языка Ассемблер. 20. Программирование на языке Ассемблер. Базовые алгоритмические структуры. Следование. Циклы и условия. Способы вложения. 21. Организация подпрограмм на языке Ассемблер. Ближние и дальние переходы. Модели памяти. Стек. Организация рекурсивных вызовов. 22. Программные прерывания. Вызов прерываний. Вектора прерываний. Маскирование прерываний. Пользовательские прерывания. 23. Использование таймера в языке программирования Ассемблер. 24. Технологии структурного и объектно-ориентированного программирования. Причины возникновения ООП. 25. Понятие об объектно-ориентированном программировании. Основные принципы и идеи ООП. 26. Понятие класса и его структура в языке C++. Отношения между классом и объектом. Создание и применение. 27. Определение пользовательского класса, создание объекта, доступ к полям объекта и вызов методов. 28. Разграничение доступа к полям и методам с помощью спецификаторов public, protected, private. 29. Основные задачи конструктора и деструктора, особенности их определения и использования. Конструктор по умолчанию. 30. Понятие инкапсуляции. Средства языка C++ для применения инкапсуляции. 31. Понятие полиморфизма. Использование в языке C++. 32. Понятие наследования. Реализация в языке C++. 33. Что такое множественный интерфейс и какие ограничения существуют на выбор базового класса. 34. Взаимодействие классов: композиция и агрегация. Объявление и использование агрегатных классов в программе C++. 35. Иерархия классов. Изображение различных механизмов ООП на диаграмме классов. 36. Программирование контроллера I7188EX. Взаимодействие с операционной системой. Способы прошивок. Тестирование и настройка контроллера. 37. Разработка программного обеспечения контроллера I7188EX. Инструментальные средства. Состав библиотек разработчика. 38. Программирование контроллера I7188EX. Работа с последовательными коммуникационными портами.
-----------	---	--

		<p>39. Программирование контроллера I7188EX. Использование таймеров.</p> <p>40. Программирование контроллера I7188EX. Работа с памятью EEPROM, Flash и RTC.</p>
4.	<p>Разработка систем удалённого управления распределёнными промышленными объектами на базе микроконтроллеров</p>	<p>41. Основные преимущества распределённых систем управления технологическими процессами на базе микроконтроллеров перед централизованными системами.</p> <p>42. Промышленный протокол связи Modbus. Основные принципы организации и функции протокола Modbus и его модификаций.</p> <p>43. Основные особенности разработки программ для контроллера I7188EX с поддержкой промышленного протокола связи Modbus.</p> <p>44. Основы работы в сетях Ethernet/Internet по протоколу TCP/IP. Технология X-Server.</p> <p>45. Программирование Ethernet-порта контроллера I7188EX.</p> <p>46. Особенности и этапы разработки программ с поддержкой протокола Modbus-TCP для контроллера I7188EX.</p> <p>47. Разработка специальных протоколов обмена. Интеграция контроллера I7188EX в системы управления верхнего уровня.</p> <p>48. Состав и назначение серии микропроцессорных модулей I7000. Модули удаленного ввода-вывода. Преобразовательные модули.</p> <p>49. Взаимодействие модулей I7000. Построение модульных сетей.</p> <p>50. Особенности управления модулями дискретного и аналогового ввода-вывода серии I7000.</p> <p>51. Особенности взаимодействия модулей серии I7000 по протоколу DCON.</p> <p>52. Особенности взаимодействия модулей серии I7000 по протоколу Modbus-RTU.</p> <p>53. Управление модулями I7000 через сеть с помощью контроллера I7188EX.</p> <p>54. Взаимодействие нескольких контроллеров I7188EX.</p>

		<p>Построение распределенных микропроцессорных систем и основные требования к ним.</p> <p>55. Технология Web-server. Интеграция контроллера I7188EX с помощью технологии Web-server.</p> <p>56. Сотовая система подвижной радиосвязи стандарта GSM. Общие характеристики стандарта GSM.</p> <p>57. Сотовая система подвижной радиосвязи стандарта GSM. Структурная схема сети связи. Организация логических каналов связи.</p> <p>58. Основные параметры и особенности настройки GSM-модема Siemens MC35.</p> <p>59. Разработка управляющей программы работы GSM-модема Siemens MC35. Основные AT-команды.</p>
--	--	--

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение одного расчетно-графического задания на тему: «Управление частотно-регулируемым электроприводом с помощью контроллера I7188EX».

Расчетно-графическое задание формирует у обучающегося компетенцию ПК-7 (готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике) и преследует следующие цели:

- Закрепить практические навыки проектирования систем управления частотных электроприводов на базе преобразователей частоты с применением микроконтроллера I7188EX.

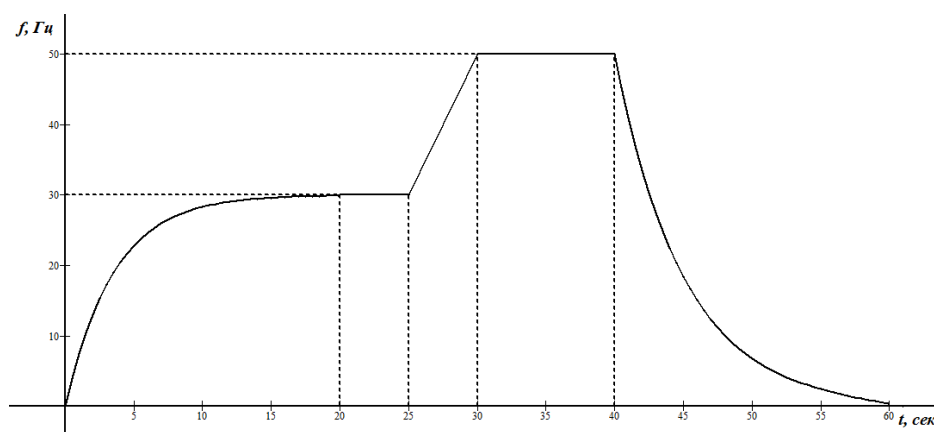
- Закрепить практические навыки по монтажу, подключению и настройке микроконтроллеров, частотных преобразователей и других интеллектуальных устройств.

- Закрепить и углубить навыки разработки прикладного программного обеспечения для управления преобразователем частоты с помощью контроллера I7188EX на языке C++ с применением методов объектно-ориентированного программирования.

- Приобретение навыков работы с руководствами по подключению, настройке и программированию различных микропроцессорных устройств.

Расчетно-графическое задание предусматривает реализацию специально заданного алгоритма движения (вращения) асинхронного трехфазного электрического двигателя с короткозамкнутым ротором на базе преобразователя частоты по протоколу Modbus с помощью контроллера I7188EX.

Основной алгоритм задается в виде тахограммы движения вала двигателя. Пример тахограммы для выполнения расчётно-графического задания:



В ходе выполнения расчетно-графического задания необходимо:

- Разработать схему подключения преобразователя частоты (ПЧ), управляющего трёхфазным асинхронным двигателем, к контролеру I7188EX. В зависимости от разработанной схемы и используемого оборудования выбрать преобразователи интерфейсов. Дать спецификацию с краткой технической характеристикой преобразователя частоты, контроллера I7188EX и применяемых преобразователей интерфейсов. Привести краткие теоретические сведения о протоколе Modbus и его используемых функциях.

- Разработать алгоритм работы программы, который будет реализовывать движение вала в соответствии с заданной тахограммой.

- Разработать интерфейс класса преобразователя частоты на языке C++. Данный интерфейс должен содержать необходимые методы, свойства и события для управления преобразователем частоты по протоколу Modbus.

- Разработать реализацию необходимых методов, свойств и событий для управления двигателем согласно заданной тахограмме движения вала по протоколу Modbus. При этом должна быть предусмотрена обработка различного типа ошибок: обрыв связи, неверные настройки коммуникационного порта, неверный запрос или ответ, ошибки преобразователя частоты в Modbus-сообщении, несовпадение контрольной суммы при передаче данных.

- Разработать пользовательский интерфейс, предусматривающий возможность ввода коммуникационных параметров связи с клавиатуры, а также вывод на экран возникающих ошибок и текущих параметров преобразователя частоты для контроля выполнения разработанного алгоритма в режиме реального времени.

- Предусмотреть возможность дистанционного диспетчерского управления посредством SMS-сообщений.

- Выполнить реализацию для выполнения разработанных функций и алгоритмов в виде приложения для контроллера I7188EX.

После выполнения всех вышеперечисленных этапов, студент должен предоставить преподавателю отчёт, самостоятельно осуществить подключение контроллера к преобразователю частоты, загрузить в его память разработанную программу и продемонстрировать её работоспособность.

Текст отчёта должен быть представлен в машинописном виде на бумаге формата А4. При наборе текста необходимо использовать 12-14 размер шрифта «Times New Roman», одинарный или полуторный интервал, выравнивание абзацев по ширине. Все необходимые схемы подключений устройств должны приводиться в отчёте. Отчёт также должен содержать все необходимые теоретические сведения об использованном оборудовании и протоколе Modbus, скриншоты, демонстрирующие результаты работы, листинги исходных файлов и блок-схемы алгоритмов работы программы.

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Е.К. Александров [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Политехника, 2016. – 936 с. – 978-5-7325-1098-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59491.html> – Загл. с экрана.
2. Водовозов А.М. Микроконтроллеры для систем автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Водовозов. – Электрон. текстовые данные. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 164 с. – 978-5-9729-0138-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51727.html>. – Загл. с экрана.
3. Кижук А. С. Микроконтроллеры в системах управления: учебное пособие / А.С. Кижук; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. – 203 с.
4. Русанов В.В. Микропроцессорные устройства и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Русанов, М.Ю. Шевелёв. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 184 с. – 978-5-94154-128-7. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13946.html>. – Загл. с экрана.
5. Ключев, А.О. Интерфейсы периферийных устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.О. Ключев, Д.Р. Ковязина, Е.В. Петров, А.Е. Платунов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 290 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/43548>. — Загл. с экрана.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Сальников И.И. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.И. Сальников. – Электрон. дан. – Пенза: ПензГТУ, 2013. — 129 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/62657>. – Загл. с экрана.
2. Китаев Ю.В. Основы микропроцессорной техники. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Китаев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2016. – 51 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91388>. – Загл. с экрана.
3. Смирнов Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 496 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12948>. – Загл. с экрана.
4. Рассадкин Ю.И. Основы проектирования микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Рассадкин, А.В. Сеницын. – Электрон. дан. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 75 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103544>. – Загл. с экрана.
5. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов. – Электрон. дан. – Москва: 2016. – 406 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100250>. – Загл. с экрана.
6. Белов А.В. Самоучитель по микропроцессорной технике [Электронный ресурс] / А.В. Белов. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 240 с. – 978-5-94387-190-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28814.html> – Загл. с экрана.
7. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! В 3-х томах. [Электронный ресурс] / А.В. Фрунзе. – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2010. – 311 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60983>. – Загл. с экрана.
8. Булатов В.Н. Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Булатов, О.В. Худорожков. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 377 с. – 978-5-7410-1443-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61377.html> – Загл. с экрана.
9. Николайчук О.И. Современные средства автоматизации [Электронный ресурс] / О.И. Николайчук. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 248 с. – 5-98003-287-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8693.html> – Загл. с экрана.
10. Страуструп Б. Язык программирования С++ для профессионалов [Электронный ресурс] / Б. Страуструп. – 2-е изд. – Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 670 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73737.html> – Загл. с экрана.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Каталог образовательных Интернет-ресурсов: автоматика и телемеханика. Вычислительная техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog?p_rubr=2.2.75.2 .— Заглавие с экрана.
2. Каталог образовательных Интернет-ресурсов: информатика и информационные технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog?p_rubr=2.2.75.6 .— Заглавие с экрана.
3. Каталог образовательных Интернет-ресурсов: Программирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog?p_rubr=2.2.75.6.14 .— Заглавие с экрана.
4. Руководства и справочные материалы по C/C++ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.codenet.ru/cat/Languages/C-CPP/Tutorials/> . — Заглавие с экрана.
5. Assembler & Win32. Курс молодого бойца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.codenet.ru/progr/asm/newbee/> . — Заглавие с экрана.
6. C++. Форум программистов C++. Обсуждение языка программирования C++. Помощь в решении задач, ответы на вопросы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cyberforum.ru/cpp/> . — Заглавие с экрана.
7. Новинки ICP DAS для задач промышленной автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://icp-das.ru> .— Заглавие с экрана.
8. Руководства по настройке, подключению и программированию контроллеров модели I7188e фирмы ICP DAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <ftp://ftp.icpdas.com.tw/pub/cd/8000cd/napdos/7188e/document/>
9. Демо-версии программ для контроллеров модели I7188e [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <ftp://ftp.icpdas.com.tw/pub/cd/8000cd/napdos/7188e/demo/>
10. Руководства по использованию операционной системы MiniOS7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <ftp://ftp.icpdas.com.tw/pub/cd/8000cd/napdos/minios7/document/>
11. Преобразователи частоты Delta серии VFD-B. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.deltaelectronics.info/content/files/VFD-B_manual_rus.pdf . — Заглавие с экрана.
12. Преобразователи частоты Delta серии VFD-EL. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.deltaelectronics.info/content/files/VFD-EL_manual_rus.pdf . — Заглавие с экрана.
13. Altivar 71. Краткое руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File+Name=ATV+71+manual+20

[12_tip.pdf&p_Doc_Ref=MKP-MAN-ATV71-12](#) .— Заглавие с экрана.

14. Altivar 71. Руководство по программированию. Программное обеспечение V1.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=ATV71_Programming_Guide.pdf&p_Doc_Ref=ATV71_Programming_Guide .— Заглавие с экрана.
15. Инструкция по эксплуатации преобразователя частоты Danfoss VLT 2800 9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.danfoss.ru/content/files/instructions_VLT2800.pdf. — Заглавие с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная интерактивной доской, презентационной техникой (ноутбук, проектор, экран, LED-телевизор) и комплектом электронных презентаций.

Лабораторные занятия – специализированная лаборатория автоматизированного электропривода МК211, оснащенная тематическими плакатами по дисциплине «Микропроцессоры в электроприводе» и универсальными лабораторными стендами, разработанными в БГТУ им. В.Г. Шухова для данной специальности с применением преобразователей частоты и различных микропроцессорных устройств. Основное оборудование:

- Специализированные персональные компьютеры с коммуникационными портами; (Intel Core i3-3070/ H81/ 4096Mb/ 1Tb/ 20”IPS/ Wi-Fi/ LAN100Mb/DWD-RW, Intel Pentium Dual CPU1,6GHz/1024Mb/ 250 Gb/ 20”IPS/ Wi-Fi/ LAN100Mb/DWD-RW), подключенные к локальной сети университета с доступом в интернет;
- ноутбуки с преобразователями коммуникационных портов;
- переносные цифровые вольтметры и амперметры;
- персональные цифровыми мультиметрами DT890B+;
- цифровой осциллограф Velleman APS230;
- аналоговый осциллограф GW INSTRON GOS-620;
- частотные преобразователи фирмы Delta моделей VFD-B и VFD-EL;
- частотные преобразователи фирмы Siemens модели Altivar 71;
- частотный преобразователь Danfoss VLT2800;
- асинхронные электродвигатели 0,37 кВт;
- микроконтроллеры I7188EX;
- микропроцессорные модули дискретного ввода-вывода I7060 и I7080;
- преобразователи интерфейсов I7520;
- GSM-модем Siemens MC35.

Для самостоятельной работы студентов предусмотрен компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети

«Интернет», обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же обеспечивается участием в программах Microsoft Imagine (№ дог. 52031/МОС 2793 от 16.06.15г) / Office 365 (№ дог. E04002C51M от 22.06.2016)с возможностью бесплатной загрузки программного обеспечения Microsoft, в том числе Microsoft Visual Studio 2015 (или более поздней редакции) с подпиской MSDN. Всё необходимое программное обеспечение для контроллера I7188EX предоставляется компанией-производителем ICP DAS на CD-диске, который входит в комплект поставки контроллера. Различные интегрированные среды разработки программного обеспечения для микроконтроллера, такие как Borland C++, Turbo C v2.01, Turbo C++ v1.01 и др., распространяются как свободное ПО и их можно бесплатно скачать с веб-сайта компании Borland (Режим доступа: <http://edn.embarcadero.com/museum>).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017 /2018 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 2014 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

В пункт 6.2 добавлены следующие литературные источники:

1. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования [Электронный ресурс] / И.В. Петров. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 254 с. – 5-98003-079-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65117.html> – Загл. с экрана.
2. Зубков С.В. Assembler. Для DOS, Windows и Unix [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Зубков. – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2008. – 640 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1243>. – Загл. с экрана.
3. Ковган Н.М. Компьютерные сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.М. Ковган. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014. – 180 с. – 978-985-503-374-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67638.html> – Загл. с экрана.

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

1. АЛЁНА С++. Программирование для прагматиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alenaspp.blogspot.ru>. – Заглавие с экрана.
2. Объектно-ориентированное программирование (ООП) в С++ [Электронный ресурс]: Обучение программированию. Для студентов математического факультета МПГУ (и всех желающих обучаться по материалам данного сайта самостоятельно). – Режим доступа: <http://itedu.ru/courses/cpp/oop-in-cpp>. – Заглавие с экрана.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018 /2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

В пункт 6.1 добавлены следующие литературные источники:

1. Смирнов Ю.А. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Смирнов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 456 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91063>. – Загл. с экрана.
2. Мейер Б. Основы объектно-ориентированного программирования [Электронный ресурс]: учебник / Б. Мейер. – Электрон. дан. – Москва: 2016. – 969 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100306>. – Загл. с экрана.
3. Куляс О.Л. Курс программирования на ASSEMBLER [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Л. Куляс, К.А. Никитин. – Электрон. дан. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2017. – 220 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107672>. – Загл. с экрана.

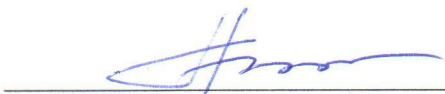
В пункт 6.2 добавлены следующие литературные источники:

1. Лиманова Н.И. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Лиманова. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. – 197 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75368.html> – Загл. с экрана.
2. Авдеев В.А. Периферийные устройства. Интерфейсы, схемотехника, программирование [Электронный ресурс] / В.А. Авдеев. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 848 с. – 978-5-4488-0053-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63578.html> – Загл. с экрана.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

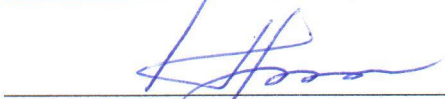
Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих выпускников.

Исходный этап изучения данного курса предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к лабораторным занятиям, а также методических указаниях для студентов.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы*, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к лабораторным занятиям и методических указаниях для студентов. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю. Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

Перед началом самостоятельного изучения дисциплины необходимо вспомнить основы расчета радиотехнических электронных цепей, а также характеристики и принципы работы наиболее распространенных активных электронных элементов, таких как диоды, транзисторы, тиристоры, операционные усилители и пр. базовые элементы, поскольку на их основе строятся все радиоэлектронные элементы. Необходимо также разобраться со схемотехническими решениями, применяемыми для реализации таких высокоуровневых элементов как память, регистры, ЦАП, АЦП, порты ввода-вывода и пр.

Поскольку рассматриваемые процессоры и микроконтроллеры выпускаются в оригинале иностранными компаниями, настоятельно рекомендуется ознакомиться с официальной документацией по этим процессорам, которую

можно найти на сайтах соответствующих фирм: www.intel.com, и www.amd.com. На обоих порталах представлено описание процессоров семейства x86, включая подробные описания архитектур, функциональных блоков и особенностей работы.

Для изучения системы команд 8- и 16-разрядных x86 процессоров наилучшим образом подходит язык программирования ассемблер, либо Microsoft assembler (MASM), либо Borland turbo assembler (TASM). Оба компилятора полностью совместимы с 16-разрядными x86-процессорами и имеют сходные возможности.

Программирование на ассемблере в целом, безусловно, отличается от высокоуровневого, потому начинать лучше с азов, для чего рекомендуется использовать именно учебники по программированию на ассемблере для 16-разрядных систем, а не соответствующие справочники.

Помощь в освоении ассемблера можно получить на специализированных интернет-сайтах, например www.sources.ru или forum.ixbt.com – раздел программирование на ассемблере.

Изучение микроконтроллеров рекомендуется начинать с чтения книги Фрунзе А.В. "Микроконтроллеры? Это же просто". Книги написаны простым языком и постепенно вводят читателя в курс, не перегружая материал терминологией на начальном этапе, и кроме того, снабжены большим количеством практических примеров.

При изучении контроллеров I7188EX, и серии I7000 вообще, рекомендуется посетить сайт производителя www.icp-das.com. На сайте можно найти множество примеров решения задач автоматизации и управления всевозможными объектами, а также официальную документацию на все процессорные модули I7000. Производитель постоянно совершенствует программные библиотеки и прошивки контроллеров, поэтому есть смысл посмотреть соответствующие разделы сайта. Там же можно познакомиться с разделом часто задаваемых вопросов или самостоятельно задать интересующий вопрос непосредственно производителю контроллеров.

Контроллеры I7000 программируются на языке C++, поэтому после знакомства с архитектурой контроллеров необходимо изучить этот язык, хотя бы на базовом уровне, включая такие разделы как: общие сведения о языке, переменные, константы, типы данных, декларации и определения, операции, приоритеты операций, выражения, функции, передача параметров в функции, массивы, работа с указателями и динамически распределяемой областью памяти. Этого, в целом, будет достаточно для реализации большинства задач управления, однако для более углубленного изучения языка рекомендуется почитать книгу Б. Страуструпа "Язык программирования C++. Специальное издание". В книге изложен полный синтаксис языка, включая объектно-ориентированное программирование и работу с исключениями. Книга написана понятным и

лаконичным языком и снабжена огромным количеством примеров программного кода.

Управление конечными электроприводами с помощью контроллеров, в большинстве случаев, реализуется по стандартным или специальным протоколам связи. Эти протоколы будут описаны в документации на соответствующее оборудование, однако, описание стандартных протоколов можно найти и отдельно. Так например, одним из самых распространенных промышленных протоколов связи является протокол Modbus и его модификации Modbus-ASCII, Modbus-RTU, и Modbus-TCP. Спецификации на эти протоколы можно найти, например на www.modbus.org.