

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Микроконтроллеры в системах управления беспилотных авиационных систем

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1046 от 17 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

А. С. Кижук

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«12» мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Д. А. Бушуев

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
«29» мая 2023 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

А. Н. Семернин

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2. Способен разрабатывать управляющие устройства отдельных мехатронных модулей и робототехнических устройств манипуляционного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматизации и микроконтроллерной техники	ПК-2.1. Выполняет расчет и реализацию отдельных узлов мехатронных и робототехнических систем на базе стандартных комплектующих элементов автоматизации и микропроцессорной техники	<p>Знать: принцип работы, условия эксплуатации, современное состояние и состав выпускаемых микроконтроллеров; структуру и классификацию микроконтроллерной элементной базы.</p> <p>Уметь: анализировать промышленные объекты, как объекты логического управления, и использовать микроконтроллеры для создания систем управления робототехнических устройств и БАС; применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе микропроцессорных структур мехатронных и робототехнических систем и систем управления БАС.</p> <p>Владеть: методиками моделирования, проектирования и динамического анализа сложных технических систем для разработки алгоритмов микроконтроллерного управления БАС.</p>
	ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программные средства, регламентирующие функционирование роботов	ПК-3.3. Разрабатывает, тестирует и отлаживает программы с использованием современного инженерного программного обеспечения	<p>Знать: виды программных средств, применяемых при разработке управляющих программ микропроцессорных структур мехатронных и робототехнических систем и систем управления БАС, способы программирования и реализации системы логического управления (СЛУ) и управляющих автоматов (УА) при разработке систем управления агрегатами и узлами роботов и БАС.</p> <p>Уметь: пользоваться современными методами разработки микропроцессорных систем автоматизации; использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования систем и подсистем при разработке компонентов микропроцессорных структур мехатронных и робототехнических систем и систем управления БАС.</p> <p>Владеть: навыками разработки и использования объектно-ориентированного программного обеспечения для решения задач синтеза управляющих устройств на основе современных микроконтроллеров, навыками реализации алгоритмов работы управляющих микропроцессорных систем, навыками эксплуатации и программирования систем управления БАС на базе промышленных микроконтроллеров различных типов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать управляющие устройства отдельных мехатронных модулей и робототехнических устройств манипуляционного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физика
2	Высшая математика
3	Электроника и схемотехника
4	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Приводы мехатронных и робототехнических систем
6	Технические средства систем управления роботов

2. Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программные средства, регламентирующие функционирование роботов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Вычислительная математика
2	Программирование и основы алгоритмизации
3	Информационные технологии
4	Вычислительные машины, системы и сети
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Операционные системы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации _____ экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	89	89
курсовой проект		
курсовая работа	0	0
расчетно-графическое задание	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0

самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
экзамен	36	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 на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1. Структурная организация и система команд микроконтроллера КМ 1816BE51					
	Классификация микроконтроллерной техники. Структурная схема МК51. Арифметическо-логическое устройство. Резидентная память. Устройство управления и синхронизации. Порты ввода/вывода информации. Доступ к внешней памяти. Таймер/счетчик. Последовательный интерфейс. Регистр управления/статуса УАПП. Работа УАПП в мульти-микроконтроллерных системах. Скорость приема/передачи. Особенности работы УАПП в различных режимах. Система прерываний. Особые режимы работы МК51. Режим загрузки и верификации прикладных программ. Работа МК51 в пошаговом режиме. Сброс, режим холостого хода и режим пониженного энергопотребления. Система команд МК51. Общие сведения о системе команд. Группы команд передачи данных, арифметических операций, логических операций, операций с битами, передачи управления.	4		8	20
2. Методика разработки прикладного программного обеспечения МК-систем.					
	Формализованный подход к разработке прикладных программ. Элементы формализации в разработке алгоритмов. Процедуры и подпрограммы. Правила записи программ на языке ассемблера. Ввод, редактирование, трансляция и отладка прикладных программ в кросс-системах разработки. Отладка прикладного программного обеспечения микроконтроллеров. Методика разработки программ для микроконтроллера серии 1986BE9x архитектуры Cortex-M3.	4		8	22
3. Обработка данных в микроконтроллерах МК51					
	Примеры программ обработки данных в МК51. Примеры использования команд передачи данных. Примеры использования команд арифметических операций. Примеры использования команд логических операций. Примеры операций с битами.	4		8	22

4. Организация взаимодействия микроконтроллера с объектом управления и связи с оператором.					
	Ввод информации с датчиков положения и навигации. Опрос двоичного датчика. Ожидание события. Устранение дребезга контактов. Подсчет числа импульсов. Опрос группы двоичных датчиков. Вывод управляющих сигналов из МК. Формирование статических сигналов. Формирование импульсных сигналов. Масштабирование. Реализация функций времени. Программное формирование временной задержки. Формирование временной задержки на основе таймеров. Измерение временных интервалов. Преобразование кодов. Простейшие преобразования. Преобразования параллельных и последовательных кодов. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразования. Ввод информации с клавиатуры. Вывод и отображение информации. Сопряжение МК с клавиатурой и линейным дисплеем на основе БИС КР580ВД79. Взаимодействие микроконтроллера серии 1986ВЕ9х с периферийным оборудованием. Управление бесколлекторными двигателями и приводами бесплотных авиационных систем (БАС).	5		10	25
ВСЕГО		17		34	89

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u> 6 </u>				
1.	Структурная организация микроконтроллера К1816ВЕ51 или 1986ВЕ9х	1. Разработка программ, работающих с внутренними устройствами микроконтроллера.	4	4
		2. Разработка программ, использующих систему прерываний как внешних, так и внутренних таймеров последовательного порта.	6	6
2.	Структура организации управляющей вычислительной системы на базе микроконтроллера К1816ВЕ51 или 1986ВЕ9х	3. Создание программ, управляющих динамической индикацией.	6	6
		4. Обработка аналоговых сигналов датчиков.	6	6
		5. Управление исполнительными устройствами на базе двигателей постоянного тока, бесколлекторных двигателей и приводов БАС.	6	6
		6. Управление исполнительными устройствами на базе двигателей переменного тока.	6	6

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-3 Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение, регламентирующее процесс функционирования систем автоматического управления несложными техническими объектами

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.3. Описывает структуру, принципы функционирования микроконтроллеров, применяемых в системах автоматического управления	защита лабораторных работ, экзамен.
ПК-3.4. Разрабатывает и отлаживает программное обеспечение микроконтроллеров для управления техническими объектами	защита лабораторных работ, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Структурная организация микроконтроллера K1816BE51. (ПК-2.1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Арифметико-логическое устройство. 2. Назначение устройства управления и синхронизации. 3. Что такое резидентная память. 4. Какие технические устройства встроены в структуру микроконтроллера, и какие регистры специальных функций сопровождают их.
2	Разработка управляющих программ на языке Ассемблера. (ПК-3.3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Правила записи программ на языке ассемблера. 2. Что такое операция, операнд, метка, комментарий. 3. Перечислите псевдокоманды. 4. Ввод, редактирование, трансляция и отладка прикладных программ в кросс-системах разработки. 5. Примеры использования команд передачи данных. 6. Применение арифметических команд для обработки данных.
3	Структура управляющей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение ресурса памяти управляющей системы.

	<p>системы на базе микроконтроллера K1816BE51. (ПК-2.1)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Каким образом осуществляется взаимодействие управляющей системы с периферийными устройствами. 3. Назначение и функции универсального параллельного интерфейса в системе 4. Отображение информации на динамическом индикаторе. 5. Порты ввода/вывода информации. Запись в порт. 6. Нагрузочная способность портов. 7. Особенности работы портов. Доступ к внешней памяти. 8. Таймер/счётчик и регистры, сопровождающие его работу. 9. Режимы работы таймера/счётчика.
<p>4.</p>	<p>Применение управляющего вычислительного устройства. (ПК-3.3)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Последовательный порт и регистры, сопровождающие его работу. 2. Работа УАПП в мульти-микроконтроллерных системах. 3. Особенности работы УАПП в различных режимах. 4. Система прерываний и регистры сопровождающие её. 5. Вектора прерываний и приоритет. 6. Какие законы применяются для создания управляющих сигналов на базе микроконтроллера для двигателей постоянного тока. 7. Представьте структуру управления с использованием МК для однофазных асинхронных двигателей. 8. За счёт чего осуществляется управление скоростью вращения вала асинхронного однофазного двигателя. 9. Перечислите способы управления скоростью вращения выходного вала трехфазного асинхронного двигателя. 10. Как задать выходную частоту управляющего тока в статорных обмотках трехфазного асинхронного двигателя при управлении $\alpha 180$. 11. Как превратить память программ и внешнюю память данных в совмещённый сегмент памяти программ и данных. 12. Принципы построения на базе микроконтроллера управляющей системы БПЛА. 13. Микроконтроллерное управление бесколлекторными двигателями. 14. Микроконтроллерное управление приводами БАС.

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта / курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Разработка программ, работающих с внутренними устройствами микроконтроллера.	5. Арифметико-логическое устройство. 6. Назначение устройства управления и синхронизации. 7. Что такое резидентная память. 8. Какие технические устройства встроены в структуру микроконтроллера, и какие регистры специальных функций сопровождают их.
2.	Лабораторная работа №2. Разработка программ, использующих систему прерываний внешних так и внутренних таймеров последовательного порта	7. Правила записи программ на языке ассемблера. 8. Что такое операция, операнд, метка, комментарий. 9. Перечислите псевдокоманды. 10. Ввод, редактирование, трансляция и отладка прикладных программ в кросс-системах разработки.
3.	Лабораторная работа №3. Создание программ, управляющих динамической индикацией.	1. Распределение ресурса памяти управляющей системы. 2. Каким образом осуществляется взаимодействие управляющей системы с периферийными устройствами. 3. Назначение и функции универсального параллельного интерфейса в системе.
4.	Лабораторная работа №4. Обработка аналоговых сигналов датчиков.	1. Отображение информации на динамическом индикаторе. 2. Примеры использования команд передачи данных. 3. Применение арифметических команд для обработки данных.
5.	Лабораторная работа №5. Управление исполнительными устройствами на базе двигателей постоянного тока.	1. Какие законы применяются для создания управляющих сигналов на базе микроконтроллера для двигателей постоянного тока. 2. Представьте структуру управления с использованием МК для двигателей постоянного тока. 3. За счёт чего осуществляется управление скоростью вращения вала двигателя постоянного тока. 4. 5. Перечислите способы управления скоростью вращения выходного вала двигателя постоянного тока.
6.	Лабораторная работа №6. Управление исполнительными	1. Представьте структуру управления с использованием МК для однофазных асинхронных двигателей.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	устройствами на базе двигателей переменного тока, бесколлекторных двигателей и приводов БАС.	<p>2. За счёт чего осуществляется управление скоростью вращения вала асинхронного однофазного двигателя.</p> <p>3. Перечислите способы управления скоростью вращения выходного вала трехфазного асинхронного двигателя.</p> <p>4. Как задать выходную частоту управляющего тока в статорных обмотках трехфазного асинхронного двигателя при управлении $\alpha 180$.</p> <p>5. Принципы управления бесколлекторными двигателями прямого привода.</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение работать в операционной системе посредством интерфейса командной строки
	Умение разрабатывать программы, использующие функциональный состав микроконтроллера
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Понимание процессов взаимодействия в микроконтроллере

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно

Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и, по существу, излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение работать в операционной системе посредством интерфейса командной строки	Не умеет работать в операционной системе посредством интерфейса командной строки	Умеет работать в операционной системе посредством интерфейса командной строки с подсказками преподавателя	Умеет работать в операционной системе посредством интерфейса командной строки при решении типовых задач	Умеет самостоятельно работать в операционной системе посредством интерфейса командной строки при решении нетиповых задач
Умение разрабатывать программы, использующие функциональный состав микроконтроллера	Не умеет разрабатывать программы, использующие функциональный состав микроконтроллера	Умеет разрабатывать простейшие программы, использующие функциональный состав микроконтроллера	Умеет разрабатывать несложные программы, использующие функциональный состав микроконтроллера, которые реализуют стандартные алгоритмы	Умеет разрабатывать программы, использующие функциональный состав микроконтроллера, которые реализуют алгоритмы повышенной сложности

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Имеются навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой, но недостаточные для полноценной подготовки	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям	Использует учебную и научную литературу для самостоятельного приобретения новых знаний
Понимание процессов взаимодействия в микроконтроллере	В принципе не понимает, зачем нужны процессы взаимодействия в микроконтроллере	Имеет представление о структуре процессов взаимодействия в микроконтроллере	Имеет представление о структуре процессов взаимодействия в микроконтроллере и их функциональном назначении, а также о том, как взаимодействуют различные интерфейсы	Владеет пониманием структуры процессов взаимодействия в микроконтроллере, пониманием как создаются и завершаются, планируются, синхронизируются, обмениваются информацией процессы

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория «Микроконтроллеры в системах автоматизации» УК 4, № 208	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, экран, 6 персональных компьютеров, микроконтроллеры и стенды на основе микропроцессоров (5 стендов), промышленные контроллеры VIPA, Segnetics, ОВЕН, Siemens S7-200, 300, 400, 1200, 1500, LOGO!, 32-х разрядные микроконтроллеры 1986BE93У производства АО «ПКК Миландр» с отладочными платами (8 комплектов)
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель
4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система ASTRA LINUX Вариант лицензирования «Орел» 1.7	Контракт №144-22 от 27.10.2022 лицензия №223100026-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-11874 от 07.11.2022 Лицензия бессрочная
2	Офисный пакет Мой офис Профессиональный 2.	Договор №143-22 от 31.10.2022 Лицензия бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security «Расширенный Russian Edition»	Контракт № 03261000041230000160001 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 21.08.2023. Срок действия лицензии 26.08.2025.
4	Yandex browser	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018
6	Master SCADA 4D	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Рубанов В.Г. Программирование микроконтроллеров семейства CORTEX-M3/ В.Г. Рубанов, А.С. Кижук, Д.А. Бушуев, Е.А. Маслиев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 85 с., ISBN 978-5-361-00297-9
2. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR [Электронный ресурс]: от азов программирования до создания практических устройств/ Белов А.В. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Наука и Техника, 2016. — 544 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60654>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только [Электронный ресурс] / Белов А.В. — Электрон. текстовые данные. — СПб.:Наука и Техника, 2016. — 352 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60657>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Водовозов А.М. Микроконтроллеры для систем автоматки [Электронный ресурс]:учебное пособие / Водовозов А.М. — Электрон. текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2016. — 164 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51727>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Гуров В.В. Архитектура микропроцессоров [Электронный ресурс] / Гуров В.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 115 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56313>. — ЭБС «IPRbooks»
6. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. — 242с.

7. Макуха В.К. Применение микроконтроллеров MCS-51 при проектировании электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Макуха В.К. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 68 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45140>. — ЭБС «IPRbooks»
8. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Е.К. Александров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Политехника, 2016. — 936 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59491>. — ЭБС «IPRbooks»
9. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники [Электронный ресурс] / Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 406 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52207>. — ЭБС «IPRbooks»
10. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Н. Торгаев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 111 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55205>. — ЭБС «IPRbooks»
11. Разинкин В.П. Электроника. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Разинкин В.П. - Электрон. текстовые данные. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 106 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45203>. - ЭБС «IPRbooks»

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Анучин А.С. Встраиваемые высокопроизводительные цифровые системы управления. Практический курс разработки и отладки программного обеспечения сигнальных микроконтроллеров TMS320x28xxx в интегрированной среде Code Composer Studio [Электронный ресурс]: учебное пособие / Анучин А.С., Алямкин Д.И., Дроздов А.В. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.— 270 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33122> .— ЭБС «IPRbooks»
2. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Classic фирмы "ATMEL" / А. В. Евстифеев. - Москва: Додэка - XXI, 2002. - 285 с. 5шт
3. Кижук А. С. Микроконтроллеры в системах управления: учебное пособие для вузов / А. С. Кижук.- Белгород: Издательство БГТУ, 2009. — 203 с.
4. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером [Электронный ресурс] / Кузьминов А.Ю. — Электрон. текстовые данные. — М.:ДМК Пресс, 2008.— 320 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7668>. — ЭБС «IPRbooks»

5. Магда Ю.С. Микроконтроллеры серии 8051. Практический подход [Электронный ресурс] / Магда Ю.С.— Электрон. текстовые данные. — М.: ДМК Пресс, 2008.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7731>. — ЭБС «IPRbooks»
6. Максина Е.Л. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Максина Е.Л. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6270>. — ЭБС «IPRbooks»
7. Новиков, Ю. В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования / Ю. В. Новиков. - Москва: Мир, 2001. - 379 с.
8. Сиркен М.А. Методическое пособие к выполнению лабораторно-практических занятий по дисциплине «Электроника» [Электронный ресурс] / Сиркен М.А., Герасимов А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2010.— 88 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47914>. — ЭБС «IPRbooks».
9. Ульрих Титце. Полупроводниковая схемотехника. Том I. 12-е изд. [Электронный ресурс] / Ульрих Титце, Кристоф Шенк - Электрон. текстовые данные. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 832 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7659>. - ЭБС «IPRbooks»
10. Ульрих Титце. Полупроводниковая схемотехника. Том II. 12-е изд. [Электронный ресурс] / Ульрих Титце, Кристоф Шенк — Электрон. текстовые данные. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 942 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7660>. - ЭБС «IPRbooks»
11. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники в 3-х т.: пер. с англ. / П. Хоровиц. - Москва: Мир, 1993. Т. 3. - 1993.
12. Шарапов А.В. Основы микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шарапов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2008.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13958>. — ЭБС «IPRbooks»

6.4. Перечень интернет-ресурсов

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам. Теоретическая электротехника. http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.30.7
2. Единое окно доступа к информационным ресурсам. Электроника. Радиотехника. http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.26
3. <http://www.elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
4. <http://www.gpntb.ru/> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
5. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
6. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по

техническим наукам(ВИНИТИ)

7. <http://www.unilib.neva.ru/rus/> - Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
8. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
9. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
Выберите элемент..

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ Д. А. Бушуев
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись ФИО