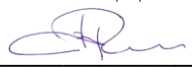


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.
« 25 » ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем»

Направление подготовки 15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Профиль Промышленные роботы и робототехнические системы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы  /Семенов М.В./

Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики  /Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП  /Селиванов В.Ф./

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение основных принципов программирования ввода/вывода информационных потоков и формирования управляющих сигналов систем управления мехатронными и робототехническими системами.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение архитектуры и системы команд микропроцессорных систем тактического и стратегического (технологические контролеры) уровня;
- освоение методов непосредственного, последовательного и параллельного программирования процедур приема и обработки информации, разработки программных средств макетов мехатронных систем, вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств;
- получения навыков разработки и отладки программных средств микропроцессорных систем, реализующих алгоритмы управления мехатронными модулями, проводить предварительные испытания составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1. учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен обеспечить эффективную эксплуатацию промышленных роботов и роботизированных комплексов в машиностроении;

ПК-2 Готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать систему команд и технические возможности микроконтроллеров
	уметь разрабатывать программные модули для решения логических и вычислительных задач;
	владеть навыками микропроцессорной обработки данных в информационных системах.
ПК-2	знать языки программирования высокого уровня и современные программные среды для управления гибкими производственными системами
	уметь разрабатывать и отлаживать программные средства гибких про-

	изводственных систем, а также использовать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем
	Владеть навыками выбора оптимального сочетания программных сред для управления гибкими производственными системами

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Программное обеспечение механических и робототехнических систем» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	118		
В том числе:			
Лекции	50	18	32
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	68	36	32
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа	125	18	107
Курсовая работа (проект)	Нет	Нет	КР
Контрольная работа	Нет	Нет	Нет
Часы на контроль	45	Нет	45
Виды промежуточной аттестации		зачет с оценкой	экзамен
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	288 8	72 2	216 6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
<i>6 семестр</i>							
1	Структура программного обеспечения	Структура программного обеспечения (ПО), алгоритмическая организация ПО, требования к ПО робототехнических систем. Современные системы управления роботами и робототехническими системами. Ха-	6	16	-	30	42

		рактеристика состояния рынка управляющих систем и комплексов, основные фирмы-производители, основные тенденции дальнейшего развития систем управления.					
2	Системы счисления	Позиционные системы счисления: десятичная, двоичная и шестнадцатеричная, взаимные переводы. BCD-код числа, его назначение и алгоритм преобразования. Логические команды двоичной математики.	4	8	-	30	38
7 семестр							
4	Расширенные задачи последовательного и параллельного программирования	Режимы работы последовательных портов микроконтроллера, прием и передача данных через последовательный порт, обеспечение помехозащищенности передаваемых данных. Аналого-цифровой преобразователь, регистры управления и программирование приема аналоговых сигналов.	8	9	-	30	53
5	Программирование технологических контроллеров	Микроконтроллеры серий S5, и S7. Основные блоки и их характеристики. Архитектура ЦПУ, организация памяти контроллера. Режимы обработки программы пользователя, типы блоков программы и их назначение. Математические и логические операции языка STEP 7. Операции сдвига и преобразования типов данных. Управляющие операторы языка. Особенности оператора циклов	10	9	-	42	69
6	ПО промышленных ПЛК и SCADA-систем	Структура и функции ПО систем на базе промышленных ПЛК и	12	10	-	50	72

		SCADA-систем. Основы программирования ПЛК. Организационные блоки, функциональные блоки, блоки данных. Области памяти контроллера и доступ к памяти.					
7	ПО промышленных роботов	Системное ПО промышленных роботов. Специализированные программные пакеты, устанавливаемые на контроллер робота. Программирование робототехнических комплексов с применением САМ-систем.	10	12	-	52	74
Итого			50	68		125	252

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Программирование приема и синтеза одноканальных дискретных сигналов.
2. Программирование приема байтовых данных в параллельном коде.
3. Программирование передачи байтовых данных в параллельном коде.
4. Программирование приема и передачи информации по последовательному порту микроконтроллера.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Выполнение курсовой работы (проекта) и контрольной работы не предусмотрено учебным планом.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-	Результаты обучения, характеризующие	Критерии	Аттестован	Не аттестован
--------	--------------------------------------	----------	------------	---------------

компетенция	сформированность компетенции	оценивания		
ПК-1	знать систему команд и технические возможности микроконтроллеров	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать программные модули для решения логических и вычислительных задач;	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками микропроцессорной обработки данных в информационных системах.	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать методы и программно-аппаратные средства разработки и отладки программных средств микропроцессорных систем, реализующих алгоритмы управления	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать и отлаживать программные средства микропроцессорных систем, реализующие алгоритмы управления	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками применения микропроцессоров в приводах мехатронных и робототехнических систем	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются для очной формы обучения в 5 семестре по системе зачет/незачет и 6 семестре по четырехбалльной системе (зачет с оценкой):

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать систему команд и технические возможности микроконтроллеров	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать программные модули для решения логических и вычислительных задач;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками микропроцессорной обработки данных в информационных	Решение прикладных задач в	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	системах.	конкретной предметной области	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
ПК-2	знать методы и программно-аппаратные средства разработки и отладки программных средств микропроцессорных систем, реализующих алгоритмы управления	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать и отлаживать программные средства микропроцессорных систем, реализующие алгоритмы управления	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками применения микропроцессоров в приводах мехатронных и робототехнических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Указать значение, содержащее в МВ6 в результате выполнения программы:

L W#16#505

T MW 6

L W#16#504

T MW 5

2. Указать значение, содержащее в МВ6 в результате выполнения программы:

L W#16#505

L W#16#504

XOW

T MW 5

3. Указать значение, содержащее в МВ6 в результате выполнения программы:

L W#16#505

L W#16#304

OW

T MW 6

4. Определить время включения таймера T1, если бит I0.0 = 0 :

L W#16#50

T MW10

A I0.0

L MW 10

SE T1

5. Определить время включения таймера T1, если бит I0.0 = 0

```
:L W#16#50  
T MW10  
AN I0.0  
L MW 10  
SE T1
```

6. Определить время включения таймера T1, если бит I0.0 = 0 ::

```
L W#16#1050  
T MW10  
A I0.0  
L MW 10  
SE T1
```

7. Определить значение содержимого аккумулятора 1 в результате выполнения операций:

```
L 50  
T MW10  
ITB  
T MW 12
```

8. Определить значение содержимого аккумулятора 1 в результате выполнения операций:

```
L 16  
L W#16#50  
XOW
```

9. Определить значение содержимого аккумулятора 1 в результате выполнения операций:

```
L W#16#50  
SRW 3  
L W#16#10  
+I
```

10. Указать значение, содержащее в MB6 в результате выполнения программы:

```
L W#16#305  
T MW 6  
A M 7.3  
JC MET1  
T MW 5  
MET1:
```

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В ячейках ОЗУ 20H...27H записаны управляющие коды, которые необходимо передавать на объект управления через порт 1 микроконтроллера. Маска последовательности передачи управляющих кодов принимается с линий порта 0. "1" в бите P0.0 соответствует необходимости передачи управляющего кода из ячейки 20H, "1" в бите P0.1 - из ячейки 21H и т.д.

Прим.: если в P0 не одна "1", то не выдавать управляющий код.

2. Обеспечить подсчет количества "1" в каждой линии порта 0, если все они независимы и длительность каждого из "1" импульсов составляет 1 мс.

Прим.: Общий счет импульсов по всем каналам.

3. Осуществить подсчет последовательностей кодов 3FH и B5H, а также B5H и 3FH на входе порта 0. Длительность нахождения сигналов на линиях порта не менее 50 мс.

Прим.: раздельный счет для каждого варианта последовательности.

4. Обеспечить подсчет числа "1" импульсов на входе P0.0, удовлетворяющих условию $100 \text{ мкс} < t_i < 200 \text{ мкс}$.

5. На время, когда линии P0.2, P0.5 и P0.7 порта 0 находятся в состоянии "1", обеспечить выдачу импульсов длительностью 100 мкс с паузой 200 мкс на линию P0.0.

6. Имеются два ряда констант:

а) 3, 27, 56, A3, C7, E9; б) 7, 43, 96, F7

организовать циклическую передачу констант (а) через порт 0, а констант (б) – через порт 1.

7. Считать в ячейки памяти контроллера 20H □ 29H десять байт данных с линий порта P0 в тот момент, когда в P0 и P1 находятся одинаковые значения.

8. В ячейках 20H □ 2FH находятся допустимые значения управляющих кодов. Необходимо получить очередную управляющую команду с линий порта P0 и выставить ее порта P1 при условии, что принятый код является допустимым.

9. Обеспечить подсчет количества "1" в каждой линии порта 0, если все они независимы и длительность каждого из "1" импульсов составляет 1 мс.

10. Обеспечить подсчет количества "1" в каждой линии порта 0, если все они независимы и длительность каждого из "1" импульсов составляет 1 мс.

Прим.: Общий счет импульсов по всем каналам.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

5 семестр

1. Поколения промышленных роботов.
2. Области применения ПР.
3. История развития робототехники.
4. Классификация ПР.
5. Основные термины и определения робототехники.
6. Робот в системе комплексной автоматизации производства.
7. Технико-экономическое обоснование применения ПР.
8. Основные схемы применения ПР.
9. Особенности робота как системы, функции робота.
10. Агрегатно-модульный метод построения ПР.
11. Уровни автоматизации.
12. Структура РТС в составе ГПС.
13. Требования к проектированию ГПС.
14. Этапы проектирования применения ПР в ТП.
15. Циклограмма технологического процесса.
16. Классификация технологических процессов.
17. Перечень основных работ, выполняемых при проектировании РТК.
18. Обеспечение безопасности персонала РТК.
19. Принципы совершенствования конструкции узлов изделий и технологического процесса при его роботизации.
20. Стратегические основы роботизации с точки зрения технологии

производственных процессов.

6 семестр

1. Понятие имитационной модели (ИМ).
2. Задачи, решаемые при помощи ИМ.
3. Механизм продвижения модельного времени в ИМ.
4. Анализ результатов моделирования.
5. Эмпирическое распределение случайных величин технологического процесса в имитационной модели.
6. Роботизация штамповки деталей из листового материала.
7. Применение промышленных роботов в сварочном производстве.
8. Принципы построения гибких производственных систем металлообработки.
9. Блок-схема ГПС металлообработки с круговым размещением станков.
10. Промышленный робот как основное технологическое оборудование.
11. Роботизация литейных процессов.
12. Автоматические транспортно-складские устройства, их состав и использование в роботизированных производственных комплексах.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

- 1) Классификация программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем
- 2) Системное программное обеспечение;
- 3) Пакеты прикладных программ;
- 4) Системы реального времени
- 5) Структура ПО промышленных систем автоматизации
- 6) Место и роль ПО мехатронных и робототехнических систем в структуре систем управления предприятия
- 7) ПО систем на базе промышленных ПЛК
- 8) SCADA-системы
- 9) Порядок выполнения программ на ПЛК и в SCADA-системах
- 10) Языки программирования ПЛК и SCADA-систем
- 11) Организационные блоки, функциональные блоки, блоки данных
- 12) Области памяти контроллера и доступ к памяти
- 13) Программирование задания технологических параметров через интерфейс оператора
- 14) Системное ПО промышленных роботов
- 15) Программирование робототехнических комплексов с применением САМ-систем. Разработка программы в SprutCAM

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса.

Студент может получить положительную аттестацию по курсу только в случае выполнения лабораторных работ и практических заданий.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Промышленные роботы и робототехнические системы	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
2	Гибкие производственные системы	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
3	Проектирование применения роботов в технологических процессах	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
4	Имитационное моделирование роботов и роботизированных технологических комплексов	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
5	Технология роботизированной обработки материалов в машиностроении	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Слепокуров Ю.С. Основы программирования микроконтроллеров: учеб. пособие/ Ю.С. Слепокуров. - Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2006. - 222 с.

2. Слепокуров Ю.С. Основы программирования микроконтроллеров на языке STEP 7: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т. Воронеж, 2004. 136 с.

3. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: Учеб. пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2012.- 606 с.

Дополнительная литература:

1. Слепокуров Ю.С. Разработка и отладка программного обеспечения микроконтроллеров SIMATIC S7: методические указания к лабораторным работам № 5-8 по курсу «Программирование роботов и РТС» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения. ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», сост. Ю.С. Слепокуров. 2006. 65 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

сайт электронной информационно-образовательной среды ВГТУ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Учебные лаборатории: лабораторные и практические занятия проводятся в лаборатории 06/1, оснащенной роботом Fanuc.

Дисплейный класс (лаборатория 010/1), оснащенный компьютерными программами.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технологии роботизированных производств» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные за-

	дания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП