

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.10.2023 15:39:59
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742755c180100

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
/ Е. В. Сафонов /
« 10 октября » 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Программное обеспечение и системные функции
контроллеров»**

Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Мехатронные системы в промышленной автоматизации»

Квалификация (степень) выпускника:

Магистр


Форма обучения:

Очная

Москва 2022

Программа дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" по профилю подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации».

Программу составил:



В.Р. Гасияров – д.т.н., профессор кафедры «Автоматика и управление»

Программа дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и профилю подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации» утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«31» 08 2022 г. протокол № 1

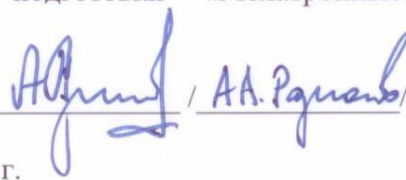
Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.



/А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации».



_____ /А.А. Пузанов/

«31» 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения.

Председатель комиссии 

«13» 09 2022 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	15.04.04.01/01.2022.11
---------------------------------	------------------------

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» является знание основных понятий, видов и функций промышленных контроллеров, вариантов программного обеспечения контроллеров для последующего их использования; знакомство с математическим и программным обеспечением, позволяющим моделировать различные структуры и анализировать процессы, протекающие в контроллерах.

1.2. Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» являются

- 1) познакомить обучающихся с программным обеспечением и системными функциями контроллеров; основами аппаратной части контроллеров, основами разработки программного кода;
- 2) научить пользоваться современными программными средствами для моделирования структур мехатронных систем, анализировать процессы, протекающие в этих системах;
- 3) научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании промышленных мехатронных систем и комплексов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (квалификация «магистр»).

Дисциплина является обязательной при освоении образовательной программы по указанному направлению подготовки.

Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части Блока 1 (Б.1.1):

- Интеллектуальные системы управления.

В вариативной части Блока 1 (Б.1.2):

- SCADA системы в автоматизированном производстве

В вариативной части Блока 2 (Б.2.2):

- Производственная (преддипломная) практика

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Обучающийся должен
ПК-3	ПК-3. Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления технологическим процессом.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики функциональной линейки программируемых промышленных контроллеров; - основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72
Лекции	0	0

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	72	72
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС):</i>	144	152
Подготовка и сдача диф. зачета	18	18
Выполнение и подготовка к защите семестровой работы	56	56
Самоподготовка к практическим занятиям	40	40
Подготовка к защите практических работ	30	30
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

Структура и содержание дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров»

Второй семестр

Введение в функциональное программирование.

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. Введение в функциональное программирование.

Функции и функциональные блоки

Создание и использование пользовательских функций FC. Особенности интерфейса, локальные и глобальные переменные. Использование переменных типа IN/OUT в пользовательских функциях. Использование возвращаемого значения. Функциональные блоки FB. Основное отличие от функций FC. Экземплярные блоки данных. Реализация рекурсивных математических операций с помощью функциональных блоков. Выделение переднего и заднего фронта сигнала, реверсивный счетчик. Реализация решетчатых функций с помощью функциональных блоков. Аперiodическое звено первого порядка, интегрирующее звено, ПИ-регулятор. Реализация модели замкнутой системы регулирования с ПИ-регулятором на базе функциональных блоков. Вложенные функциональные блоки. Модель мультиэкземпляров. Реализация генератора прямоугольных импульсов и светфора с помощью вложенных функциональных блоков.

Блоки данных, косвенная адресация и работа с массивами

Глобальные блоки данных. Основные типы переменных. Абсолютная и символьная адресация. Блоки данных с оптимизированным доступом. Отличия и преимущества. Пользовательский тип данных UDT. Создание и примеры использования. Работа с массивами. Индексная адресация элементов массива. Косвенная адресация. Типы указателей. Адресация через ячейки памяти и через адресные регистры. Работа с блоками данных с использованием косвенной адресации. Использование 16-и битных указателей для адресации блоков данных и 32-х битных указателей для адресации данных внутри блока данных. Использование косвенной адресации для работы с массивами. Пример реализации заполнения массива в блоке данных константой. Использование адресных регистров при косвенной адресации элементов массива в блоке данных. Пример копирования массива из одного блока данных в другой.

Организационные блоки. Диагностика ошибок

Обзор организационных блоков контроллеров Simatic S7. Организационные блоки прерывания по времени суток и прерывания с задержкой. Организационные блоки циклических прерываний. Примеры использования. Организационный блок прерывания от аппаратуры. Обработка дискретных и аналоговых сигналов от разных источников. Организационные блоки асинхронных ошибок. Диагностика неисправностей аппаратуры. Примеры использования диагностических прерываний OB82, OB86. Организационные блоки синхронных ошибок. Диагностика программных ошибок. Примеры использования диагностических прерываний OB121, OB122.

Системные функции и функциональные блоки

Обзор системных функций и функциональных блоков контроллеров Simatic S7. Системные функции для работы с системными часами (Date and time-of-day). Системные функции работы с прерываниями (Interrupts). Системные функции для работы с диагностической информацией об ошибках (Alarming, Diagnostics). Системные функции для работы с блоками данных (Data block control). Системные функции ПИД-регуляторов (PID-control). Системные функции управления движением (Motion control). Конфигурация технологического объекта PositioningAxis. Создание замкнутой системы регулирования по положению на базе шагового электропривода и сервопривода.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ;
- выполнение и защита практических работ;
- технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, продемонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях;

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» и в целом по дисциплине составляет около 40% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа не предусмотрены.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, оценочные формы самостоятельной работы студентов:

Во втором семестре

- защита практических работ;
- семестровая работа
- дифференцированный зачет по материалам третьего семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-3	ПК-3. Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления технологическим процессом.

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, в том числе ее отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
Знать: - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики функциональной линейки программируемых промышленных контроллеров;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики функциональной	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики функциональной	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики функциональной

<p>- основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования.</p>	<p>функциональной линейки программируемых промышленных контроллеров; - основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования.</p>	<p>линейки программируемых промышленных контроллеров; - основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>линейки программируемых промышленных контроллеров; - основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>линейки программируемых промышленных контроллеров; - основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>Уметь: - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров Допускаются значительные ошибки, проявляется</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров Умения освоены, но допускаются незначительные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров</p>

		недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме дифференцированного зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Диф.зачет проводится в форме практической работы (написание программы на ПК). В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения диф.зачета их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). В состав билета входит два

теоретических вопроса и практическое задание (написание программы на ПК). Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность диф.зачета 30 минут.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» (выполнили и защитили практические работы, выполнившие и защитившие семестровую работу).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонд оценочных средств представлен в приложении 3 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров ; под редакцией В. П. Дьяконова. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2004. — 256 с. — ISBN 5-98003-079-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13668> (дата обращения: 10.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сбродов, Н. Б. Программируемые контроллеры и микроконтроллеры в системах автоматизации : учебное пособие / Н. Б. Сбродов, Е. К. Карпов. — Курган : КГУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-4217-0478-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177895>

3. Программируемые контроллеры : учебное пособие / В. В. Игнатъев, И. С. Коберси, О. Б. Спиридонов, В. И. Финаев. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 137 с. — ISBN 978-5-9275-1976-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/114399>

7.2. Дополнительная литература:

1. Иванов, В. Н. Программирование логических контроллеров : учебное пособие / В. Н. Иванов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-91359-404-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180854> (дата обращения: 23.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Польский, В.А. Изучение способов управления электроприводом переменного тока на базе программируемых логических контроллеров : метод. указания по курсу «Электроприводы роботов». [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / В.А. Польский, А.В. Ванин. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 35 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52353>.

3. Логинова, Л. Н. Программируемые контроллеры. Язык релейно-контактных схем LD и приемы прикладного программирования : учебно-методическое пособие / Л. Н. Логинова, Д. А. Антонов. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 26 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175641>

4. Основы программирования микроконтроллеров SIMATIC S7 на языке технологического программирования (методические указания для студентов по освоению дисциплины).

7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Перечень используемого программного обеспечения:

1. TIA Portal v13(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1) Компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление»: ауд. 2614ав, 2507ав.

Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы в электронном виде для лекций и практических работ.

Программное обеспечение: TIA Portal v13.

2) Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <https://lib.mospolytech.ru/> в разделе «Библиотека».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов применения промышленных контроллеров, микропроцессорных систем в мехатронных системах и систем автоматизации, освоение понятий о промышленных контроллерах, архитектуры контроллеров, принципов действия контроллеров и систем.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к промежуточной аттестации.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ПК-3)

Семестр 2

Программный пакет TIA Portal v13. Возможности визуализации технологического процесса, конфигурации контроллеров, отображения, архивирования и протоколирования сообщений от технологического процесса, простого построения систем клиент-сервер, построения резервированных систем. Изучение полного спектра инструментальных средств проектирования и визуализации для систем человеко-машинного интерфейса любого уровня производительности.

10. Методические рекомендации для преподавателя

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к семинарским занятиям.

При подготовке к практическому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме практической работы.

В ходе практической работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы практической работы, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Студентам выдается задание по тематике практических работ. Практические работы №2 и 3 выполняются с использованием технологий анализа ситуаций для активного обучения. Результатом выполнения задания является программа, написанная на компьютере. Правильность выполнения задания оценивается преподавателем в соответствии с заданием.

В заключительной части практической работы следует подвести итоги: дать оценку защиты каждого студента. Ответить на вопросы студентов.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, текст практических занятий, информационные ресурсы Интернета;

- программный пакет TIA Portal v13;
- программный симулятор технологического процесса Factory I/O

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**, образовательная программа (профиль) **«Мехатронные системы в промышленной автоматизации»**.

Приложение к рабочей программе:

1. Структура и содержание дисциплины
2. Аннотация рабочей программы дисциплины
3. Фонд оценочных средств
4. Тематика практических работ

**Структура и содержание дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров»
по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
и профилю подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации»**

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации		
				Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	Подготовка к практ. занятиям	Подготовка к Диф. зачету	Выполнение и защита семестровой работы	Подготовка к защите практических работ	Э	З/ ДЗ	КР/ КП
Семестр 2															
1	Введение. Задачи и содержание курса «Программное обеспечение и системные функции контроллеров». Введение в функциональное программирование	2	1		2		4		1	1	2				
2	Функции и функциональные блоки Создание и использование пользовательских функций FC. Особенности интерфейса, локальные и глобальные переменные	2	1		2		4		1	1	2				

3	Использование переменных типа IN/OUT в пользовательских функциях. Использование возвращаемого значения. Функциональные блоки FB. Основное отличие от функций FC.	2	2	4	4	1	1	2						
4	Экземплярные блоки данных. Реализация рекурсивных математических операций с помощью функциональных блоков. Выделение переднего и заднего фронта сигнала, реверсивный счетчик.	2	3	4	5	2	1	2						
5	Реализация решетчатых функций с помощью функциональных блоков. Аперриодическое звено первого порядка, интегрирующее звено, ПИ-регулятор. Реализация модели замкнутой системы регулирования с ПИ-регулятором на базе функциональных блоков. Вложенные функциональные блоки. Модель мультиэкземпляров.	2	4	4	7	2	1	4						
6	Реализация генератора прямоугольных импульсов и светофора с помощью вложенных функциональных блоков.	2	5	2	4	1	1	2						
7	Практическая работа №1 Выполнение	2	5	2	2	2								
8	Практическая работа №1 Защита	2	6	2	7					7				
9	Блоки данных, косвенная адресация и работа с массивами Глобальные блоки данных. Основные типы переменных. Абсолютная и символьная адресация.	2	6	2	5	2	1	2						
10	Блоки данных с оптимизированным доступом. Отличия и преимущества. Пользовательский тип данных UDT. Создание и примеры	2	7	4	7	2	1	4						

	использования. Работа с массивами. Индексная адресация элементов массива.													
11	Косвенная адресация. Типы указателей. Адресация через ячейки памяти и через адресные регистры. Работа с блоками данных с использованием косвенной адресации. Использование 16-и битных указателей для адресации блоков данных и 32-х битных указателей для адресации данных внутри блока данных.	2	8	4	7	2	1	4						
12	Использование косвенной адресации для работы с массивами. Пример реализации заполнения массива в блоке данных константой. Использование адресных регистров при косвенной адресации элементов массива в блоке данных. Пример копирования массива из одного блока данных в другой.	2	9-10	6	7	2	1	4						
13	Практическая работа №2 Выполнение	2	10	2	2	2								
14	Практическая работа №2 Защита	2	11	2	7						7			
15	Организационные блоки. Диагностика ошибок Обзор организационных блоков контроллеров Simatic S7. Организационные блоки прерывания по времени суток и прерывания с задержкой.	2	11	2	7	2	1	4						
16	Организационные блоки циклических прерываний. Примеры использования. Организационный блок прерывания от аппаратуры. Обработка дискретных и аналоговых сигналов от разных источников.	2	12	4	8	3	1	4						

17	Организационные блоки асинхронных ошибок. Диагностика неисправностей аппаратуры. Примеры использования диагностических прерываний OB82, OB86. Организационные блоки синхронных ошибок. Диагностика программных ошибок. Примеры использования диагностических прерываний OB121, OB122.	2	13-14	6	11	3	2	6						
18	Практическая работа №3 Выполнение	2	14	2	2	2								
19	Практическая работа №3 Защита	2	15	2	8						8			
20	Системные функции и функциональные блоки Обзор системных функций и функциональных блоков контроллеров Simatic S7. Системные функции для работы с системными часами (Date and time-of-day).	2	15	2	7	2	1	4						
21	Системные функции работы с прерываниями (Interrupts). Системные функции для работы с диагностической информацией об ошибках (Alarming, Diagnostics). Системные функции для работы с блоками данных (Data block control).	2	16	4	8	3	1	4						
22	Системные функции ПИД-регуляторов (PID-control). Системные функции управления движением (Motion control). Конфигурация технологического объекта PositioningAxis. Создание замкнутой системы регулирования по положению на базе шагового	2	17-18	4	11	3	2	6						
23	Практическая работа №4 Выполнение	2	17	2	2	2								
24	Практическая работа №4 Защита	2	18	2	8						8			

	Форма аттестации	2	19-21									ДЗ		
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			0	72	0	144	0	40	18	56	30		
	Итого часов по дисциплине			216										

Аннотация программы дисциплины

Программное обеспечение и системные функции контроллеров

Направление подготовки

15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль: Мехатронные системы в промышленной автоматизации

Квалификация (степень) выпускника: **магистр**

1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» является знание основных понятий, видов и функций промышленных контроллеров, вариантов программного обеспечения контроллеров для последующего их использования; знакомство с математическим и программным обеспечением, позволяющим моделировать различные структуры и анализировать процессы, протекающие в контроллерах.

2. Задачи дисциплины:

Задачами дисциплины «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» являются

1) познакомить обучающихся с программным обеспечением и системными функциями контроллеров; основами аппаратной части контроллеров, основами разработки программного кода;

2) научить пользоваться современными программными средствами для моделирования структур мехатронных систем, анализировать процессы, протекающие в этих системах;

3) научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании промышленных мехатронных систем и комплексов.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Программное обеспечение и системные функции контроллеров» относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (квалификация «магистр»).

Дисциплина является обязательной при освоении образовательной программы по указанному направлению подготовки.

Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части Блока 1 (Б.1.1):

- Интеллектуальные системы управления.

В вариативной части Блока 1 (Б.1.2):

- SCADA системы в автоматизированном производстве

В вариативной части Блока 2 (Б.2.2):

- Производственная (преддипломная) практика

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины должны быть достигнуты следующие результаты как этап формирования соответствующих компетенций:

знать:

- типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем;

- характеристики функциональной линейки программируемых промышленных контроллеров;

- основные языки программирования промышленных контроллеров;

- методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования

уметь:

- программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами;

- выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации;

- составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров

владеть:

- навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами;

- навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров

5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72
Лекции	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	72	72
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС):</i>	144	144
Подготовка и сдача диф. зачета	18	18
Выполнение и подготовка к защите семестровой работы	56	56
Самоподготовка к практическим занятиям	40	40
Подготовка к защите практических работ	30	30
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и
производств»

ОП (профиль): «Мехатронные системы в промышленной автоматизации»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
проектно-конструкторская

Кафедра «Автоматика и управление»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Программное обеспечение и системные функции контроллеров

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
перечень вопросов к дифференцированному зачету
семестровая работа (пример задания, типовые вопросы к защите)
типовые вопросы к защите практических работ

Составитель:

доцент, д.т.н. Гасияров В.Р.

Москва, 2022 год

Показатель уровня сформированности компетенций

Программное обеспечение и системные функции контроллеров					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ПК-3	ПК-3. Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления технологическим процессом	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типовые структуры и виды программного обеспечения гибких производственных систем; - характеристики функциональной линейки программируемых промышленных контроллеров; - основные языки программирования промышленных контроллеров; - методы и алгоритмы решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами; - выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации; - составлять управляющие программы с использованием 	Практические занятия, самостоятельная работа, практические работы, семестровая работа	ПР, СР	<p>Базовый уровень:</p> <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: типовых структур и видов программного обеспечения гибких производственных систем, характеристик функциональной линейки программируемых промышленных контроллеров, основных языков программирования промышленных контроллеров, методов и алгоритмов решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования; умений: программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами, выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации, составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров; навыками: разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами, программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров.</p> <p>Повышенный уровень:</p> <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: типовых структур и видов программного обеспечения гибких производственных систем, характеристик функциональной линейки</p>

		приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров Владеть: - навыками разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами; - навыками программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров.			программируемых промышленных контроллеров, основных языков программирования промышленных контроллеров, методов и алгоритмов решения основных задач автоматизации с использованием функционального программирования; умений: программировать промышленные контроллеры и использовать их системные функции для управления технологическими процессами, выбирать технические средства для решения различных задач автоматизации, составлять управляющие программы с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров; навыками: разработки программного обеспечения для управления технологическими процессами, программирования промышленных контроллеров с использованием приемов функционального программирования, аппаратных и программных прерываний и системных функций контроллеров..
--	--	---	--	--	--

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Перечень оценочных средств по дисциплине

«Программное обеспечение и системные функции контроллеров»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические работы (ПР)	Студентам выдается задание по тематике практических работ. Результатом выполнения задания является программа, написанная на компьютере. Правильность выполнения задания оценивается преподавателем в соответствии с заданием. Студент показывает выполненное на ПК практическое задание, которое включает в себя написание программы для ПЛК. Критерии начисления баллов: - работа сдана в срок; - аппаратная часть проекта настроена верно; - программа написана верно.	Перечень практических работ

2	Семестровая работа (СР)	Выполненная семестровая работа сдается на проверку преподавателю в письменном и электронном виде (написанная программа). В процессе проверки семестровой работы следует обратить внимание на следующие критерии: 1) Выполнение расчетной части (анализ мехатронной системы); 2) Написание программы и ее работоспособность; 3) Оформление курсовой работы.	Перечень тем Семестровых работ
---	-------------------------	--	--------------------------------

Перечень вопросов к дифференцированному зачету

Текст вопроса	Код компетенции
1. Какие основные функции выполняют программируемые контроллеры?	ПК-3
2. Как расшифровывается аббревиатура PLC?	ПК-3
3. Какие функции выполняет полевой уровень АСУ?	ПК-3
4. Какие технические средства включает полевой уровень системы управления?	ПК-3
5. Для каких типов задач предназначены серии контроллеров S7-1200/1500?	ПК-3
6. Какие основные отличия имеют процессорные модули контроллеров разных серий?	ПК-3
7. Приведите классификацию процессорных модулей. Поясните область применения каждого типа процессорного модуля	ПК-3
8. Поясните функции индикаторов на лицевой панели процессорного модуля?	ПК-3
9. Для каких целей и какие функции выполняет переключатель, расположенной на лицевой панели процессорного модуля?	ПК-3
10. Какие функции выполняют интерфейсные модули?	ПК-3
11. Под каким номером должны располагаться интерфейсные модули при конфигурировании контроллера S7-300?	ПК-3
12. Приведите примеры основных типов функциональных модулей?	ПК-3
13. Какие функции выполняют коммуникационные процессоры?	ПК-3
14. Как реализованы шинные соединители в контроллерах S7-300?	ПК-3
15. Чем отличается техническая реализация шинных соединителей для контроллеров S7-300 и S7-1200?	ПК-3
16. Для каких целей служит стойка контроллера?	ПК-3
17. Какую роль выполняют фронтштекеры сигнальных модулей?	ПК-3
18. Как производится процедура полного сброса контроллера (обнуление памяти)?	ПК-3
19. На какие типы делится память контроллера?	ПК-3
20. Для каких целей используется загрузочная память процессора?	ПК-3
21. Какую функцию выполняет рабочая память?	ПК-3
22. Какие области содержит системная память?	ПК-3
23. В какой области памяти содержится память счетчиков?	ПК-3
24. Что такое сохраняемая (retentivity) память?	ПК-3
25. Какие участки системной памяти выполняются как сохраняемые?	ПК-3
26. Через какой интерфейс производится программирование и конфигурирование контроллера?	ПК-3
27. Какие типы программаторов используются при программировании PLC S7-1200/1500?	ПК-3
28. С какой целью производится конфигурирование аппаратуры контроллера?	ПК-3
29. Что такое географическая адресация модулей PLC?	ПК-3
30. Как вычисляется географические адреса модулей для контроллеров S7-1200 и S7-1500?	ПК-3
31. Как установить свободную адресацию модулей ввода вывода?	ПК-3
32. В каком режиме работы контроллера производится загрузка конфигурации?	ПК-3

33. Что такое прозвон входов /выходов сигнальных модулей контроллера?	ПК-3
34. С помощью какой утилиты производится установка соединения устройства программирования с контроллером?	ПК-3
35. Для каких целей используется таблица символов?	ПК-3
36. Что такое online и offline проекта?	ПК-3
37. Как проконтролировать свойства процессорного модуля?	ПК-3
38. Для какой цели используются коннекторы в языке LAD? Как будет выглядеть программа на языке STL, реализующая коннектор?	ПК-3
39. Какую структуру имеет команда условного перехода?	ПК-3
40. Приведите пример реализации генератора с регулируемой скважностью с использованием двух таймеров.	ПК-3

Семестровая работа (КР)

Создать программу управления мехатронной системы в соответствии с вариантом.

Пример задания на семестровую работу:

1. Реализовать программу управления конвейерной сборки.
2. Настроить сцену с настройками в Factory IO.

Типовые вопросы к защите курсовой работе

1. Реализация передаточных функций модели объекта управления в виде решетчатых функций с использованием функциональных блоков на языках программирования STL и SCL.
2. Реализация ПИ-регулятора с функцией ограничения на языках программирования STL и SCL .
3. Использование стандартного ПИД-регулятора CONT_C в замкнутых системах регулирования.
4. Настройка стандартного ПИД-регулятора CONT_C с помощью инструмента Commissioning. Применение метода Циглера-Николса.
5. Особенности использования регуляторов для управления трехпозиционными исполнительными механизмами.
6. Самонастраивающиеся регуляторы из библиотеки Compact PID.
7. Создание технологического объекта Positioning Axes, основные параметры объекта.
8. Конфигурация системы позиционного регулирования на базе шагового двигателя.
9. Конфигурация системы позиционного регулирования на базе сервопривода с преобразователем частоты.
10. Настройка и использование позиционных систем регулирования.

Типовые вопросы к защите практических работ

Практическая работа №1

1. Основные преимущества функционального программирования.
2. Создание функций пользователя, интерфейс функции, локальные и глобальные переменные.
3. Назначение переменных типа in/out в пользовательских функциях.
4. Возвращаемое значение функции.
5. Функциональные блоки, основное отличие от функций.

6. Экземплярные блоки данных, назначение и основные свойства.
7. Реализация рекурсивных математических функций с помощью функциональных блоков.
8. Вложенные функциональные блоки, модели мультиэкземпляров.
9. Создание пользовательских библиотек.
10. Виды защит для функций и функциональных блоков.

Практическая работа №2

1. Виды блоков данных.
2. Основные преимущества использования блоков данных.
3. Объявление переменных в блоках данных, основные типы переменных.
4. Пользовательский тип данных.
5. Абсолютная и символьная адресация переменных в блоках данных.
6. Виды адресации в контроллерах Simatic S7.
7. Типы указателей, используемых при косвенной адресации.
8. Косвенная адресация через ячейки памяти.
9. Косвенная адресация через адресные регистры.
10. Команды работы с адресными регистрами.

Практическая работа №3

1. Виды организационных блоков и их назначение.
2. Организационные блоки прерывания по времени суток.
3. Организационные блоки прерывания с задержкой.
4. Организационные блоки циклических прерываний.
5. Организационные блоки прерывания от аппаратуры.
6. Организационные блоки стартовых прерываний.
7. Виды организационных блоков асинхронных ошибок.
8. Чтение диагностической информации асинхронных ошибок.
9. Виды организационных блоков синхронных ошибок.
10. Чтение диагностической информации синхронных ошибок.

Практическая работа №4

1. Системные функции работы с часами реального времени RD_SYS_T/WR_SYS_T.
2. Системные функции для работы с переменными времени T_CONV, T_ADD, T_SUB.
3. Системные функции управления прерываниями.
4. Системные функции для работы с диагностической информацией и сообщениями.
5. Системные функции для работы с блоками данных.
6. Системные функции технологических регуляторов CONT_C, CONT_S.
7. Системные функции технологических регуляторов Compact PID.
8. Библиотека Motion Control, обзор основных функций.
9. Технологические объекты, основные виды и назначение.
10. Решение задачи позиционирования с помощью библиотеки Motion Control.

Перечень практических работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
1	Практическая работа №1 Функции и функциональные блоки.	ПО TIA Portal v13	4
2	Практическая работа №2 Блоки данных. Типы адресации.	ПО TIA Portal v13	4
3	Практическая работа №3 Стандартные и системные блоки.	ПО TIA Portal v13	4
4	Практическая работа №4 Реализация непрерывных контуров управления с ПИД- регуляторами	ПО TIA Portal v13	4
Итого аудиторных часов			16