

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.07 Промышленные контроллеры и встраиваемые системы

Учебный план: ФГОС3++m150404ПИСС-1_26-12.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(специальность)

Профиль подготовки: Прикладные информационные системы в сфере
(специализация) автоматизированных систем управления технологическими процессами

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	17	34	93	36	5	Экзамен
	РПД	17	34	93	36	5	
Итого	УП	17	34	93	36	5	
	РПД	17	34	93	36	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

преподаватель

Новикова М.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: сформировать у обучающихся компетенции в области выбора, конфигурирования, программирования и отладки промышленных контроллеров для создания надежных систем автоматизации

1.2 Задачи дисциплины:

- изучить линейки современных промышленных контроллеров и характеристики модулей ввода/вывода;
- научиться рассчитывать необходимое количество и типы модулей для компоновки шкафов автоматики;
- обосновывать выбор ПЛК для систем централизованного и распределенного управления;
- освоить критерии оценки качества алгоритмов управления при их реализации в ПЛК;
- получить практические навыки тестирования и отладки программного обеспечения контроллеров;
- научиться выполнять проверку правильности конфигурирования контроллеров и верификацию управляющих программ.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4: Способен разрабатывать проектные решения для организации автоматизированного участка или линии
Знать: линейки промышленных контроллеров, модули ввода/вывода
Уметь: компоновать шкафы автоматики, рассчитывать количество модулей
Владеть: навыками выбора PLC для централизованного и распределенного управления
ПК-2: Способен контролировать разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами
Знать: критерии качества реализации алгоритмов в PLC
Уметь: контролировать правильность программирования и конфигурирования контроллеров
Владеть: методами тестирования и отладки программного обеспечения контроллеров

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Системный подход к выбору и компоновке аппаратных средств АСУ ТП	3				О
Тема 1. Анализ линеек контроллеров и критерии выбора для распределенных систем. Эволюция от моноблочных (LOGO!) к модульным и распределенным системам. Обзор архитектур ведущих вендоров (Siemens S7-1200/1500, ОВЕН, Segnetics и др.). Сравнительный анализ централизованного и распределенного управления. Критерии выбора ПЛК: производительность, объем памяти, поддержка промышленных протоколов, условия эксплуатации, стоимость жизненного цикла. Обоснование выбора контроллера в условиях неполноты исходных данных.		4		12	
Тема 2. Проектный расчет и компоновка шкафов автоматики. Методика расчета количества и типов модулей ввода/вывода под заданный перечень сигналов объекта. Учет резервирования каналов. Расчет энергопотребления и тепловыделения. Пространственная компоновка шкафа: правила размещения сильноточного и слаботочного оборудования, обеспечение электромагнитной совместимости. Выбор и настройка модулей коммуникации (Profibus, Profinet, Modbus TCP) для связи с интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами.		4	8	18	
Раздел 2. Качество алгоритмов, верификация и отладка программного обеспечения ПЛК					
Тема 3. Критерии качества реализации алгоритмов и продвинутое программирование. Переход от программирования к проектированию ПО. Критерии качества: детерминированность и контроль времени цикла, реакция на пропадание связи и неисправности датчиков, модульность и повторное использование кода, читаемость и сопровождение. Применение паттернов проектирования для конечных автоматов. Сравнение реализации сложных алгоритмов на языках LD/FBD и ST. Статический анализ кода и контроль версий.		5	8	20	О

Тема 4. Контроль правильности конфигурирования и программирования. Верификация и валидация управляющего ПО. Соответствие алгоритма управления технологическому регламенту и техническому заданию. Контроль целостности данных при обмене по сети. Проверка корректности масштабирования аналоговых сигналов. Инструментальная проверка конфигурации аппаратной части средствами среды разработки. Организация межконтроллерной блокировки и синхронизации в распределенных системах.		2	8	18	
Тема 5. Методология тестирования и комплексной отладки программного обеспечения. Уровни тестирования встроенного ПО: модульное (unit-тесты для функциональных блоков), интеграционное, системное (HIL-симуляция). Методика поиска и устранения ошибок в реальном времени: работа с кросс-ссылками, трассировка сигналов, захват и анализ трендов. Диагностика пропусков циклов и переполнения памяти. Использование симуляторов объектов управления. Разработка программы и методики приемо-сдаточных испытаний ПО.		2	10	25	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	93	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,5		126,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-4	1. Демонстрирует понимание критериев оценки корректности, детерминированности, устойчивости к сбоям и сопровождаемости алгоритмов управления. 2. Способен выполнять верификацию управляющих программ на соответствие техническому заданию и технологическому регламенту. 3. Владеет методами статического анализа кода и инструментальной диагностики для оценки качества реализации алгоритмов.
ПК-2	1. Излагает типовые ошибки конфигурирования аппаратной части и программирования, а также методы их выявления и предупреждения. 2.Способен проверять корректность масштабирования аналоговых сигналов, адресации модулей ввода/вывода и обработки исключительных ситуаций. 3. Применяет инструменты верификации проекта в среде разработки и выполняет анализ диагностических журналов контроллера.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

5 (отлично)	Обучающийся самостоятельно и безошибочно выполняет верификацию аппаратной конфигурации и управляющей программы, аргументированно выявляет скрытые ошибки адресации и масштабирования, предлагает оптимальные способы их устранения, а также уверенно интерпретирует диагностические журналы контроллера.	
4 (хорошо)	Обучающийся корректно проверяет правильность конфигурирования и программирования, выявляет основные типовые ошибки и устраняет их с незначительными замечаниями, диагностические журналы анализирует в целом верно, но допускает неточности в интерпретации нестандартных ситуаций.	
3 (удовлетворительно)	Обучающийся выполняет контроль правильности программирования и конфигурирования по заданному алгоритму, обнаруживает только явные ошибки, частично интерпретирует диагностические сообщения, но затрудняется в анализе сложных нештатных ситуаций и требует наводящих вопросов.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не способен проверить корректность конфигурации и программы даже по готовой методике, не выявляет критических ошибок адресации и масштабирования, не понимает содержания диагностических журналов контроллера.	

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Классификация промышленных контроллеров по конструктивному исполнению и архитектуре.
2	Централизованное и распределенное управление: сравнительный анализ и критерии выбора.
3	Критерии выбора ПЛК под задачу автоматизации в условиях неполноты исходных данных.
4	Типы модулей ввода/вывода и их основные характеристики.
5	Методика расчёта количества модулей ввода/вывода и расчет энергопотребления шкафа автоматики.
6	Правила компоновки шкафа автоматики и обеспечения электромагнитной совместимости.
7	Промышленные сети и протоколы для организации обмена данными между контроллерами.
8	Конфигурирование аппаратной части ПЛК: настройка модулей, адресация каналов, верификация проекта.
9	Типовые ошибки конфигурирования контроллеров и методы их выявления.
10	Языки программирования стандарта МЭК 61131-3: назначение и особенности применения.
11	Структура управляющей программы ПЛК: организационные блоки, функции, функциональные блоки.
12	Критерии качества реализации алгоритмов управления в ПЛК.
13	Детерминированность времени цикла контроллера и способы её контроля.
14	Обеспечение устойчивости алгоритмов к отказам датчиков и потере связи.
15	Статический анализ кода как метод контроля правильности программирования ПЛК.
16	Проверка корректности масштабирования аналоговых сигналов и обработки исключительных ситуаций.
17	Уровни тестирования программного обеспечения ПЛК: модульное, интеграционное, системное.
18	Инструментальные средства отладки: точки останова, трассировка переменных, захват трендов.
19	Методика поиска и устранения ошибок времени исполнения в программах ПЛК.

20	Программа и методика приемо-сдаточных испытаний программного обеспечения контроллеров.
----	--

6.3.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. По заданному перечню сигналов объекта автоматизации (дискретных и аналоговых) рассчитать необходимое количество модулей ввода/вывода, подобрать конкретные модели из линейки предложенного производителя и составить спецификацию с учётом 15% резерва по каждому типу каналов.

2. Дана управляющая программа на языке FBD, содержащая скрытые ошибки масштабирования аналогового сигнала, некорректную обработку исключительной ситуации и логическую ошибку в цепочке блокировок — найти и исправить все дефекты, обосновав каждое решение.

3. Для предложенной конфигурации контроллера с диагностическим сообщением об ошибке связи с удалённым модулем ввода/вывода проанализировать журнал диагностики, определить первопричину отказа и предложить алгоритм действий по восстановлению работоспособности системы.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На экзамене не разрешается пользоваться конспектами и любыми электронными устройствами. Время на подготовку ответа - 20 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
В. Б. Смирнов, М. А. Новикова	Программирование контроллеров: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы	СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2024	https://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1715887357.pdf
А. И. Новиков, Е. П. Дятлова, М. А. Новикова	Программирование и наладка контроллеров для систем автоматизации и управления. Контроллер КОНТАР : учебно-методическое пособие	СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2024	https://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1726776257.pdf
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
А. И. Новиков, Е. П. Дятлова	Операционные системы, сети и телекоммуникации:: учебно-методическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.—Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2024	http://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1711512521.pdf
А. И. Новиков, М. А. Воропанова	Автоматизация технологических процессов и производств: Практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1655333424.pdf

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

Microsoft: WIN HOME 10 Russian OLPNL AcademicEdition Legalization GetGenuine

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска