МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин
04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ И СРЕДСТВА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки (специальность)
27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровые системы управления технологическими комплексами

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	1
Семестр	1, 2

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 942)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления
29.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель _____ В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры АСУ, канд. техн. наук _____ М.Ю. Рябчиков

Рецензент:
Старший менеджер группы управления проектами производственной площадки проектного офиса ООО «ММК-Информсервис» , канд. техн. наук

_____ А.В. Краснобаев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- формирование у обучающихся готовности применять современный инструментарий проектирования технологических контроллеров и средств диспетчерского управления для решения задач автоматизации и управления;
- формирование у обучающихся готовности применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления с использованием технологических контроллеров и средств диспетчерского управления.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технологические контроллеры и средства диспетчерского управления входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

знать:

• функции и структуру современных интегрированных систем проектирования и управления;

• структуры типового управляющего контроллера, функции отдельных его элементов для использования их при создании управляющих программ;

• способы реализации управляющих алгоритмов на языках технологического программирования LD и ST;

• технологию работы на ПК в современных операционных системах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных;

• методы проектирования переключательных систем;

• принципы действия средств измерений, методы измерений различных физических величин;

• теоретические основы метрологии, электрических и технологических измерений;

• структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных; модели представления данных; основные операторы языков запросов SQL;

уметь:

• работать с программным обеспечением проектирования интегрированных систем, проектировать аппаратное обеспечение многоуровневой интегрированной системы;

• проектировать управляющие алгоритмы;

• разрабатывать алгоритмы решения прикладных задач на основе типовых структур алгоритмов, прикладные программные продукты с помощью современных средств и языков программирования с применением современных информационных технологий обработки данных (включая СУБД);

• проектировать аналоговые и дискретные комбинаторные и последовательные переключательные схемы;

• использовать технические средства для измерения различных физических величин;

• осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем и средств автоматизации и управления;

• использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач формирования запросов к базам; применять принципы и законы реляционной алгебры при самостоятельном проектировании реляционных баз данных;

владеть:

• навыками проектирования, разработки, программирования и наладки элементов интегрированной системы управления производством.

• навыками работы с современными аппаратными и программными средствами проектирования систем управления;

• навыками формирования алгоритма управления по заданной технологической схеме работы оборудования;

• навыками работы в интегрированных средах разработки программного обеспечения (в т.ч. редактирования, компиляции, отладки программ);

• навыками в проектировании аналоговых и дискретных устройств автоматики;

• навыками, необходимыми для создания автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации;

• навыками расчета статических и динамических характеристик объекта управления, определения показателей качества работы системы управления;

• навыками проектирования локальных контуров управления;
• языками программирования SQL.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Производственная - проектно-технологическая практика

Цифровые системы управления

Производственная - научно-исследовательская работа

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технологические контроллеры и средства диспетчерского управления» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-7 Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления	
ОПК-7.1	Применяет современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления
ОПК-8 Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	
ОПК-8.1	Применяет современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц 396 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 149,1 акад. часов:
– аудиторная – 144 акад. часов;
– внеаудиторная – 5,1 акад. часов;
– самостоятельная работа – 211,2 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Инструментальные средства разработки программ для современной микропроцессорной техники								
1.1 Аппаратные средства проектирования систем управления с применением микропроцессорной техники	1	2			4,2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
1.2 Средства программирования S7-200/300/400/1200		2	8		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №1 «Создание проекта с использованием Simatic Manager»	ОПК-7.1, ОПК-8.1
1.3 Особенности конфигурирования аппаратных средств		2			8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
1.4 Организация адресации доступа к сигналам, областям		2			8	Самостоятельное изучение учебной и	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1

памяти и переменным контроллера						научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме		
Итого по разделу		8	8		30,2			
2. Введение в программирование микропроцессорной техники (Simatic) на языках низкого уровня (LD, ST, FBD)								
2.1 Реализация дискретной логики	1	2	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе № 2 Изучение команд битовой логики языка на примере синтеза комбинаторной переключательной схемы	ОПК-7.1, ОПК-8.1
2.2 Числовые типы данных и арифметика		2	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе № 3 Изучение команд над числовыми величинами	ОПК-7.1, ОПК-8.1
2.3 Таймеры и счетчики		2	8		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №4 Реализация счетчиков, №5 Изучение команд работы с таймерами	ОПК-7.1, ОПК-8.1
2.4 Работа с подпрограммами		2	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №6. Блоки данных, функциональные блоки и функции	ОПК-7.1, ОПК-8.1
2.5 Изучение библиотечных алгоритмов управления		2	10		20	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным	Устный опрос по лабораторной работе №7. Разработка и программная реализация	ОПК-7.1, ОПК-8.1

						занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	контура регулирования непрерывным параметром технологического процесса с использованием ПИД регулятора	
Итого по разделу		10	30		60			
3. Диагностика и поиск причин неисправностей в модульных микропроцессорных системах управления								
3.1 Обработка синхронных и асинхронных ошибок микропроцессорной техники на примере S7-300/400	1	2	4		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №8. Организационные блоки	ОПК-7.1, ОПК-8.1
3.2 Маскирование ошибок, форсирование и подмена сигнала модуля ввода		2			4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
Итого по разделу		4	4		8			
4. Программирование микропроцессорной техники (Simatic) на языках высокого уровня (CFC, Graph)								
4.1 Дискретная логика на CFC	1	2	4		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №9 Дискретная логика в среде CFC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
4.2 Варианты организации подпрограмм на CFC		2	8		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №10 Управление событиями в среде CFC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
4.3 Арифметические операции на CFC		2	4		4	Самостоятельное изучение	Устный опрос по лабораторной	ОПК-7.1, ОПК-8.1

						учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	работе №11 Числовые операции в CFC	
4.4 Применение многобитовых операций и управление очередностью обработки блоков CFC		2	4		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №12 Многобитовые операции в CFC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
4.5 Обзор библиотечных блоков CFC		2	4		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №13 Таймеры и счетчики в CFC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
4.6 Примеры структурирования программ на CFC	1		2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №14 Создание проекта CFC группой разработчиков	ОПК-7.1, ОПК-8.1
4.7 Введение в программирование на Graph. Обзор структур последовательного управления и операций		2	4		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №15 Последовательное программирование в среде Graph	ОПК-7.1, ОПК-8.1
4.8 Структурирование и взаимодействие программ последовательного управления		2			12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка и выполнение индивидуального задания «Разработка	Опрос по выполненной самостоятельной работе «Разработка системы управления сложным объектом»	ОПК-7.1, ОПК-8.1

						системы управления сложным объектом»		
Итого по разделу		14	30		42			
Итого за семестр		36	72		140,2		экзамен	
5. Введение в программирование систем человеко-машинного интерфейса								
5.1 Обзор функций и интерфейсов систем диспетчерского управления	2	2			4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
5.2 Сравнительный обзор сред WinCC Advanced и WinCC Professional		2			4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
5.3 Организация передачи данных по сетям. Введение в PROFINET и HMI. Интегрированные и неинтегрированные соединения		2			4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
Итого по разделу		6			12			
6. Особенности программирования системы диспетчерского управления WinCC								
6.1 Структура и взаимосвязь модулей WinCC	2	1			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.2 Графические возможности, навигация. Принципы динамизации		2	6		16	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуальног о задания по	Устный опрос по лабораторной работе №17 Графические средства SCADA-системы WINCC	ОПК-7.1, ОПК-8.1

						работе		
6.3 Основные операторы, структура программ на С, обзор функций	2	1			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.4 Обработчики событий и динамизация на С. Глобальные скрипты на С (Scheduled Tasks)		1	2		6	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №18 Глобальные макросы WINCC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.5 Программирование на VBS. Обзор структуры объектов WinCC		1			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.6 Система сообщений и тревог		1	6		14	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №19 Система тревог и отчетов в WINCC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.7 Работа WinCC с базами данных		2	2		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №20 Работа WINCC с базами данных	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.8 Доступ к данным WinCC через различные интерфейсы		1			2	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка и выполнению индивидуального задания по самостоятельной работе	Опрос по выполненной самостоятельной работе «Разработка системы диспетчерского управления заданным объектом»	ОПК-7.1, ОПК-8.1

						«Разработка системы диспетчерского управления заданным объектом»		
6.9 Администрирование и документирование	2				3	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос	ОПК-7.1, ОПК-8.1
6.10 Клиент-серверная архитектура. Системы с резервным сервером WinCC		2	2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №21 Система навигации, администрирования пользователей и организации совместной работы станций в WinCC	ОПК-7.1, ОПК-8.1
Итого по разделу		12	18		59			
Итого за семестр		18	18		71		зао	
Итого по дисциплине		54	90		211,2		экзамен, зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технологические контроллеры и средства диспетчерского управления» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием следующих методов интерактивного обучения:

- актуализация познавательной деятельности учащихся путем побуждения к осмыслению логики и последовательности проведения научного исследования, к выделению в нем главных и наиболее существенных этапов; при этом определяется конечная цель исследования, а пути его проведения и формы представления результата обучающийся выбирает сам;
- отсутствие жестко регламентированного порядка выполнения работы по обработке экспериментальных данных, когда студент оперирует вспомогательной информацией о способах поиска необходимых программных средств, функций, протоколов передачи и обработки данных, что вырабатывает способность к познанию;
- при постановке и анализе результатов исследования для достижения поставленных целей обучающиеся должны делать сравнения, сопоставлять новые факты, приемы использованные другими участниками группы, обращать внимание на причины, вызывающие то или иное явление и быть способными продемонстрировать индивидуальность своего подхода к решению задачи;
- проведение занятий в форме поиска причин допущенных ошибок при проведении исследования, причин несовпадения результатов с полученными другими группами обучающихся, побуждение к стремлению находить и устранять чужие и свои ошибки.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- встречи с представителями проектных и обслуживающих предприятий: ЗАО «НПО Автоматика», ООО «Электроремонт»; предполагаемые темы встреч: «Инновации в области контрольно-измерительной техники», «Интеллектуальные мехатронные системы», «Диагностика и поверка средств измерений»;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии,

устный опрос, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Рябчиков М. Ю. Программирование микропроцессорных контроллеров на языках высокого уровня : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20831 (дата обращения: 19.01.2025). - Текст : электронный.

2. Рябчиков М. Ю. Программирование системы диспетчерского управления : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1528 (дата обращения: 19.01.2025). - Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Рогов, В. А. Средства автоматизации и управления : учебник для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 352 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09060-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/537661 (дата обращения: 19.01.2025).

2. Аппаратные средства и программное обеспечение промышленных контроллеров SIMATIC S7 : Учебное пособие / Андреев Сергей Михайлович, Рябчиков Михаил Юрьевич, Рябчикова Елена Сергеевна ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 220 с. - ВО - Бакалавриат. - URL: https://znanium.com/catalog/document?id=432963 (дата обращения: 19.01.2025). - URL: https://znanium.com/cover/2092/2092457.jpg. - ISBN 978-5-9729-1411-1.

3. Смирнов, Ю. А. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие для вузов / Ю. А. Смирнов. — 4-е изд. стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-8290-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174286 (дата обращения: 19.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Капулин, Д. В. Информационная структура предприятия/КапулинД.В., КузнецовА.С., НосковаЕ.Е. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 186 с.: ISBN 978-5-7638-3128-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/550387 (дата обращения: 19.01.2025). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Аппаратные средства и программное обеспечение промышленных контроллеров SIMATIC S7 : Учебное пособие / Андреев Сергей Михайлович, Рябчиков Михаил Юрьевич, Рябчикова Елена Сергеевна ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 220 с. - ВО - Бакалавриат. - URL: https://znanium.com/catalog/document?id=432963 (дата обращения: 19.01.2025). - URL: https://znanium.com/cover/2092/2092457.jpg. - ISBN 978-5-9729-1411-1.

2. Рябчиков, М.Ю. Основы программирования промышленных микропроцессорных контроллеров: учеб. пособие / М.Ю.Рябчиков, Е.С. Рябчикова. ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2018. – 125 с. – Текст: непосредственный.

3. Андреев С. М. Программирование микропроцессорных контроллеров SIMATIK S7 300/400. Лабораторный практикум : учебное пособие / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1452 (дата обращения: 19.01.2025). - Текст : электронный.

4. Хиврин, М. В. Аппаратное и программное обеспечение управления технологическими процессами. Разделы: Автоматизированные системы управления предприятием. Применение сетей во взрывоопасных зонах. Аппаратные и программные средства программируемых контроллеров : учебно-методическое пособие / М. В. Хиврин. — Москва : МИСИС, 2015. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/116790 (дата обращения: 19.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по CFC приведены в приложении 3.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 437)

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: компьютерный класс (ауд. 448)

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 448)

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (ауд. 448)

Доска, мультимедийный проектор, экран

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд. 445)

Стеллажи для хранения учебно-методический документации

6. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория автоматизации технологических процессов и производств (ауд. 450)

Лабораторные установки и приборы для выполнения лабораторных работ:

- лабораторный стенд «Промышленные датчики», ПД-МАКС;
- лабораторный стенд «Датчики технологической информации», ДТИ;
- лабораторный стенд «Промышленные датчики расхода», ПДР-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя.
- лабораторный стенд «Промышленные датчики температуры», ПДТ-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя.
- лабораторный стенд «Промышленные датчики давления», ПДД-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя;
- программируемый логический контроллер ПЛК-Siemens + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя;
- лабораторный стенд «Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции», АТГСВ-09-11ЛР-01 + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя;
- лабораторный стенд «Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения», АВИВ-У-01-12;
- лабораторный стенд «ПЛК-Omron-4ОА-НН#»
- лабораторный стенд «Основы автоматики», ОА-МР

7. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория микропроцессорных контроллеров и систем управления (ауд. 437)

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

- лабораторные стенды с контроллером Ремиконт Р-130;
- лабораторный стенд с контроллером «Овен».

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение индивидуальных задач.

Перечень лабораторных работ	**Вопросы к защите**
1. Создание проекта с использованием Simatic Manager	1. Какие основные типы модулей используются в составе программируемого контроллера? 2. Перечислите функции сигнальных модулей 3. Какие типы сигнальных модулей входят в семейство SIMATIC? 4. Как происходит кодирование характеристик сигнального модуля в его обозначении? 5. Какое назначение функциональных модулей?
2. Изучение команд битовой логики языка на примере синтеза комбинаторной переключательной схемы	1. Что такое Network проекта? 3. Какие аббревиатуры используются для языков «Список операторов» и «Релейные диаграммы»? 4. Как реализовывается базовые логические схемы? 5. Как реализуется функция «Исключающее ИЛИ» на языке LAD и языке STL? 6. Принцип действия команд выделения фронта и катушек памяти.
3. Изучение команд над числовыми величинами	1. Какими командами реализуются арифметические функции? 2. Сколько базовых типов данных и каких используются при реализации команд арифметических операций? 3. Какие форматы выполнения арифметической операции поддерживаются языками программирования? 4. Приведите пример реализации программы возведения числа с плавающей точкой в произвольную степень 5. Какие базовые типы данных используются при реализации математических операций?
4. Реализация счетчиков	1. Какие бывают виды счетчиков? 2. Какие типы данных используют счетчики? 3. Какую информацию содержат выхода счетчика?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	4. Приведите примеры реализации счетчиков 5. Поясните приоритет команд установки, счета и сброса счетчика
5. Изучение команд работы с таймерами	1. Какую информацию содержит старшая тетрада слова таймера? 2. Какой командой запускается таймер расширенного импульса? 3. Приведите временную диаграмму таймера задержки выключения 4. В чем отличие работы таймеров задержки включения и задержки включения с запоминанием? Поясните отличия по временным диаграммам работы таймеров. 5. Какое значение будет содержать слово таймера, при занесении в него значения, соответствующее 20 минутам.
6. Блоки данных, функциональные блоки и функции	1. В чем основное отличие глобальных блоков данных от экземплярных? Приведите пример записи и чтения данных глобальный блок данных. 2. Какое основное назначение системных функций и функциональных блоков? 3. Использование функций и функциональных блоков. Приведите пример использования. 4. Дайте пояснение понятиям формального и фактического параметров при передаче данных. 5. Как используются глобальные блоки данных? Приведите пример использования
7. Разработка и программная реализация контура регулирования непрерывным параметром технологического процесса с использованием ПИД регулятора	1. Типы стандартных регуляторов. Пример запуска регулятора (в виде структурной схемы). 2. Какие основные настроечные параметры имеют программные регуляторы? 3. Какие типы стандартных регуляторов реализуются библиотечными функциями? Поясните области использование этих регуляторов. 4. Как осуществляется настройка и запуск стандартного регулятора?
8. Организационные блоки	1. Дайте пояснение понятию прерывания процессора. Приоритет прерываний. Типы прерываний. Способы обработки прерывания.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	2. Порядок создания организационного блока. Типы организационных блоков. Пример создания организационных блоков разных типов. 3. Приведите пример создания OB35, OB10 и поясните порядок его настройки. 4. Какие типы рестарта контроллера существуют? Как программным образом определить тип рестарта? 5. Какие организационные блоки позволяют реализовывать работу программы в реальном времени.
9. Дискретная логика в среде CFC	1. Назначение блоков R_TRIG, F_TRIG? 2. Можно ли настраивать число входов блоков дискретной логики на CFC? 3. Перечислите типы сигналов в CFC. 4. Какие блоки реализуют функции катушек с памятью на CFC?
10. Управление событиями в среде CFC	1. Функции редактора очередности вызова блоков 2. Как выполнить оптимизацию очередности исполнения блоков? 3. Способы мониторинга процесса в среде CFC 4. Назначение блоков переключения SEL и MUX
11. Числовые операции в CFC	1. Как реализовать операции интегрирования и дифференцирования в среде CFC? 2. Перечислите блоки, необходимые для реализации ПИ-закона управления. 3. Как учитывается тип данных при выборе каталожных блоков для обработки числовых операций?
12. Многобитовые операции в CFC	1. Перечислите блоки, реализующие операции многобитового И, ИЛИ, отрицания. 2. Перечислите операции побитового сдвига. 3. Назначение многобитовых операций при управлении 4. Как накладывать маску для выделения состояния требуемых битов? 5. Как организовать отключение команд для группы устройств по данным о срабатывании их концевых с использованием

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	многобитовой логики?
13. Таймеры и счетчики в CFC	1. Особенности работы блоков AFP и Timer_P 2. Как организовать контроль периодичности исполнения программы на CFC? 3. Как настроить периодичность исполнения программы CFC?
14. Создание проекта CFC группой разработчиков	1. Назначение текстового соединения 2. Группы сигналов в интерфейсах схем 3. В чем отличие реализации подпрограммы в виде FB блока и CFC схемы?
15. Последовательное программирование в среде Graph	1. Перечислите основные структуры программ последовательного управления 2. Виды и назначение блокировок Interlock и Supervision 3. Функции меню управления секвенсором 4. Перечислите инструкции этапов и разделов перманентного кода 5. С какими событиями можно комбинировать инструкции этапов?
16. Конфигурирование аппаратных средств PLC в среде Unity Pro	1. Укажите особенности адресации аналоговых и дискретных входных выходных сигналов ПЛК. 2. Последовательность создания конфигурации аппаратных средств ПЛК с удаленной периферией. 3. Перечислите основные модули ПЛК и укажите их назначение.
17. Графические средства SCADA-системы WINCC	1. Раскройтие понятие динамизации. 2. Классификацируйте типы тэгов WinCC. 3. Способы разделения экрана системы визуализации. 4. Какие способы динамизации при необходимости изобразить постепенное движение объекта Вы можете предложить? 5. Какие способы навигации в приложении WinCC Вы знаете? 6. Каково назначение мастера динамики - Dynamic Wizard? 7. Какова последовательность основных шагов при создании проекта в WinCC?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	8. Требования к окнам HMI, информативность по уровням агрегата. 9. Какой способ динамизации в WinCC требует при выполнении минимум ресурсов процессора?
18. Глобальные макросы WINCC	1. Какой язык программирования может использоваться в WinCC при создании системы меню? 2. Дать сравнительный анализ используемых в WinCC сред программирования на C и VBS. 3. Для чего предназначена система WinCC ODK? 4. Назначение глобальных скриптов, условия их выполнения
19. Работа WINCC с базами данных	1. Перечислите возможные способы организации работы WinCC с базами данных. 2. Интерфейсы и способы получения данных от SCADA системы WinCC 3. Настройка WinCC для обмена данным через DDE 4. Настойка SCADA WinCC для обмена данными через OPC. Используемые WinCC имена серверов 5. Классификация интерфейсов взаимодействия с СУБД. Их достоинства и недостатки 6. Понятие курсора при работе с СУБД
20. Система тревог и отчетов в WINCC	1. Перечислите способы информирования оператора о тревоге, доступные в WinCC 2. В чем отличие Status tag и Message tag при настройки тревоги в WinCC? 3. Почему разработчик WinCC делает основной упор на работу на уровне SCADA с дискретными тревогами? 4. Что обозначает термин «квитирование»? 5. Назначение системы сообщений и тревог
21. Система навигации, администрирования пользователей и организации совместной работы	1. В каких различных режимах могут работать станции WinCC? 2. Каковы основные этапы настройки системы с резервированием (Redundancy) серверов в WinCC? 3. В чем заключается клиент-серверная архитектура системы

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
станций в WinCC	SCADA? 4. Алгоритм создания распределенных систем визуализации в среде WinCC. 5. Структура распределенной системой управления производством включающей контроллеры и станции SCADA систем 6. Требования к программе PLC при взаимодействии с WinCC 7. Логическая схема взаимодействия SCADA и PLC

Примеры вариантов заданий на самостоятельную работу

Самостоятельная работа «Разработка системы управления сложным объектом»

Задание №1: «Управление роботом KUKA»

Разработать программу управления роботом на CFC STEP7 с применением многобитовых операций, основанную на использовании наборов чисел-состояний робота.

Описание модели

Робот имеет 6 подвижных элементов команды управления которыми: для первого элемента – поворот налево Q0.0 (путевой I0.0), поворот направо Q0.1 (путевой I0.1); для второго элемента – налево Q0.2 (путевой I0.2), направо Q0.3 (путевой I0.3) и т.д.

Задание

Создать управляющую роботом программу, которая согласно заданной последовательности действий, циклически переводит механизмы робота из одного крайнего положения в другое.

Таблица 1

Последовательность работы отдельных механизмов робота

Вариант	1	2	3	4	5	6
Этап 1	1-3П	4-6П	1-2Л	1,5Л	3,4П	1Л
Этап 2	4-6П	1-3П	3-6Л	1,5П	3,4Л	2-6П
Этап 3	4-6Л	4-6Л	3-6П	2,3,4,6П	1,2,5,6Л	2-6Л
Этап 4	1-3Л	1-3Л	1-2П	2,3,4,6Л	1,2,5,6П	1П

Номерами указано, какие механизмы нужно перемещать на этапе. Например, 1П означает, что следует перемещать первый узел направо.

Задание №2: «Управление роботом манипулятором»

Разработать программу управления роботом на Graph STEP7. Вид имитационной модели манипулятора и пульта управления показан на рис. 2.

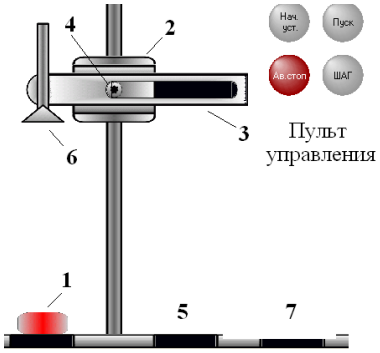


Рис. 2. Вид имитационной модели манипулятора: 1 – исходная позиция; 2 – поворотный стол; 3 – манипулятор; 4 – каретка; 5, 7 – позиция разгрузки; 6 – вакуумный захват.

Работа всех механизмов манипулятора должна осуществляться в строгой последовательности. Начиная с исходного состояния, данная последовательность должна соответствовать варианту задания (рис. 3). Например, для переноса металлического изделия из позиции 1 в позицию 7 должны быть выполнены следующие шаги: 1) привести манипулятор в исходную позицию; 2) опустить каретку; 3) опустить захват; 4) включить захват; 5) дождаться поднятия захвата; 6) поднять каретку; 7) повернуть стол в конечное положение (отгрузка); 8) выдвинуть манипулятор 9) опустить каретку; 10) опустить захват; 11) выключить захват (заготовка падает в приемный бункер 7); 12) дождаться поднятия захвата; 13) поднять каретку; 14) втянуть манипулятор; 15) повернуть стол в сторону позиции подачи заготовок.

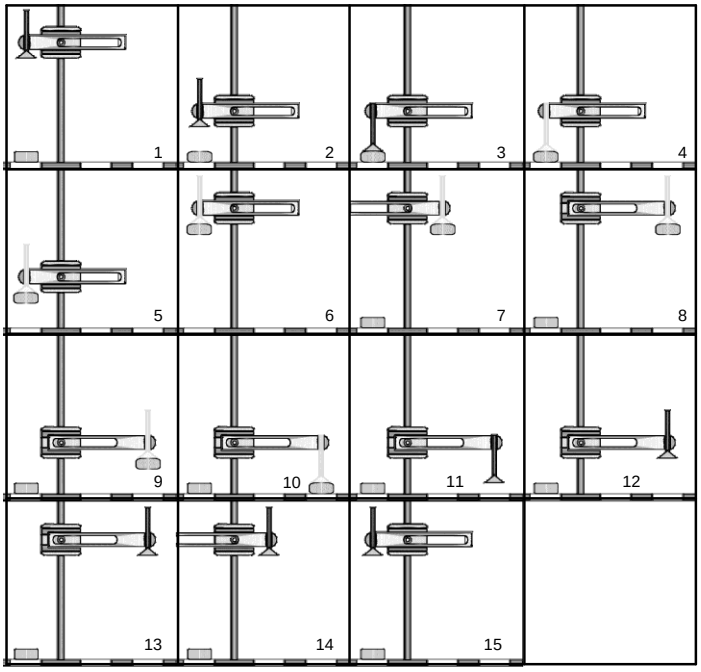


Рис. 3. Вариант последовательности шагов по переносу металлической заготовки с помощью манипулятора из позиции подачи в позицию разгрузки

Таблица 2

Адреса и обозначения датчиков манипулятора

Входы

Функции	Адрес	Символ	Комментарий

Исх. полож. стола	I 1.5	S1	Датчик начальной позиции стола
Кон. полож. стола	I 1.6	S2	Датчик положения стола при разгрузке
Каретка вверху	I 0.0	S3	Верхнее положение манипулятора
Каретка внизу	I 0.1	S4	Нижнее положение манипулятора
Манип. выдвинут	I 0.2	S6	Положение «СКЛАД МЕТАЛЛ»
Манип. втянут	I 0.3	S5	Положение «СКЛАД НЕМЕТАЛЛ»
Присоска вверху	I 0.4	S7	Транспортное положение присоски
Присоска внизу	I 0.5	S8	Присоска в момент присасывания и отпуска
Емкостной датчик	I 0.6	S9	Датчик наличия изделия
Индукт. датчик	I 0.7	S10	Датчик металлического изделия
«НАЧ.УСТАН»	I 1.0	S11	Перевод системы в положение загрузки
«ПУСК»	I 1.1	S12	Запуск рабочего цикла
«ШАГ»	I 1.2	S13	Режим шагового исполнения цикла
«ЦИКЛ»	I 1.3	S14	Режим остановки в конце цикла
«АВАР.СТОП»	I 1.4	S15	Останов манипулятора (захват не выкл.)

Выходы

Функции	Адрес	Символ	Комментарий
Стол к конечной позиции	Q 0.0	M1	Поворот к позиции разгрузки
Стол к начальной позиции	Q 0.1	M2	Поворот к позиции загрузки
Каретка вверх	Q 0.2	M3	Подъем каретки
Каретка вниз	Q 0.3	M4	Опустить каретку
Манипулятор выдвинуть	Q 0.4	M5	Выдвинуть каретку
Манипулятор втянуть	Q 0.5	M6	Втянуть каретку
Захват вниз	Q 0.6	M7	Опустить захват
Захват включить	Q 0.7	M8	Включение вакуумного захвата

Самостоятельная работа «Разработка системы диспетчерского управления заданным объектом»

Задание №1: Разработка системы визуализации конвейера

Описание параметров модели конвейера

Программная модель конвейера представляет собой DDE сервер и обеспечивает симуляцию процесса управления контроллером объектом-конвейером. Необходимо обеспечить адекватное представление в SCADA текущего состояния конвейера путем анализа информационного обмена между объектом и микропроцессорным контроллером и обеспечить передачу сигналов заданного уровня заполнения емкостей и ручного управления из Intouch в модель. Перечень сигналов, с которыми должна работать SCADA, приведен в таблице 3. Диалог программы модели приведен на рис. 4.

Для организации связи необходимо настроить точку доступа со следующими параметрами – имя сервера (Server Name) Server, имя группы параметров (Topic Name) также Server. Имена отдельных параметров (Item Name) указаны в таблице и рядом с соответствующими индикаторами и кнопками сервера (например, для задания M7, а для режима работы автомат/ручное M6). Параметры, начинающиеся с буквы M можно передавать серверу, так как предполагается, что они расположены в маркерной области памяти контроллера.

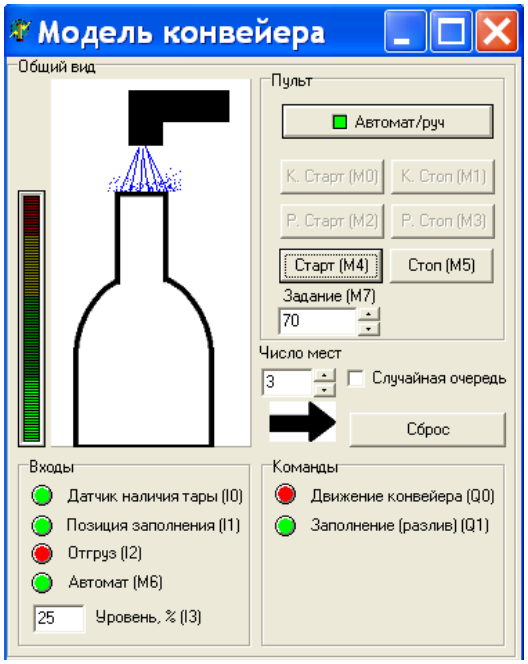


Рис. 4. Диалоговое окно программной модели конвейера-DDE сервера

Таблица 3

Перечень сигналов, формируемых моделью «Конвейер»

Обозначение в модели	DDE Item	Описание

Движение конвейера	Q0	Команда, формируемая контроллером на движение конвейера
Заполнение (разлив)	Q1	Команда, формируемая контроллером на заполнение емкости
Позиция заполнения	I1	Датчик – путевой выключатель, при срабатывании контроллер, работая в автоматическом режиме, останавливает конвейер
Уровень, %	I3	Датчик – текущий уровень заполнения емкости (0-100%)
Задание	M7	Меркер – заданный уровень заполнения емкости
Автомат/руч	M6	Меркер – определяет режим работы автоматический (1) или ручной (0). В автоматическом режиме контроллер управляет процессом заполнения и перемещения емкостей а в ручном режиме передает на объект команды, отдаваемые оператором
Старт	M4	Меркер – команда запуска системы в автоматическом режиме. Срабатывает при позитивном фронте
Стоп	M5	Меркер – команда останова системы в автоматическом режиме. Срабатывает при позитивном фронте
К. Старт	M0	Меркер – команда запуска ленты в ручном режиме. Срабатывает при позитивном фронте
К. Стоп	M1	Меркер – команда останова ленты в ручном режиме. Срабатывает при позитивном фронте
Р. Старт	M2	Меркер – команда начала заполнения в ручном режиме. Срабатывает при позитивном фронте
Р. Стоп	M3	Меркер – команда останова заполнения в ручном режиме. Срабатывает при позитивном фронте

Задание №2: Создание системы визуализации процесса сортировки изделий роботом-манипулятором

Задание:

Используя в качестве объекта модель робота-манипулятора (рис. 2) по сортировке изделий, управляемого микропроцессорным контроллером, создать систему визуализации. Подключение к управляющей программе для модели (разрабатывается при выполнении самостоятельной работы **«Управление роботом манипулятором»**) может быть выполнено через симулятор PLCSIM, либо напрямую через DDE. Названия параметров (**DDE Item**) для считывания данных соответствуют столбцу адрес таблицы 2.

На рис. 5 представлен пример организации визуализации.

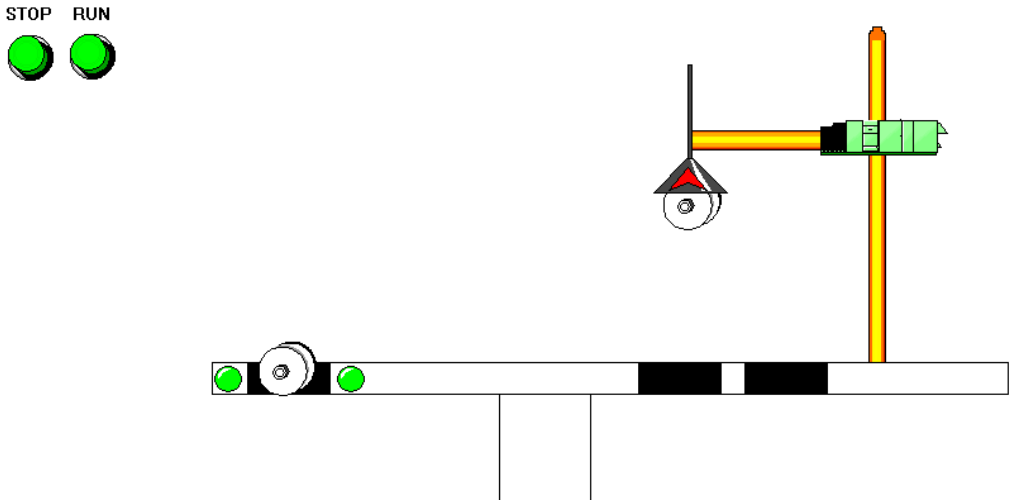


Рис. 5. Пример мнемосхемы визуализации работы робота-манипулятора

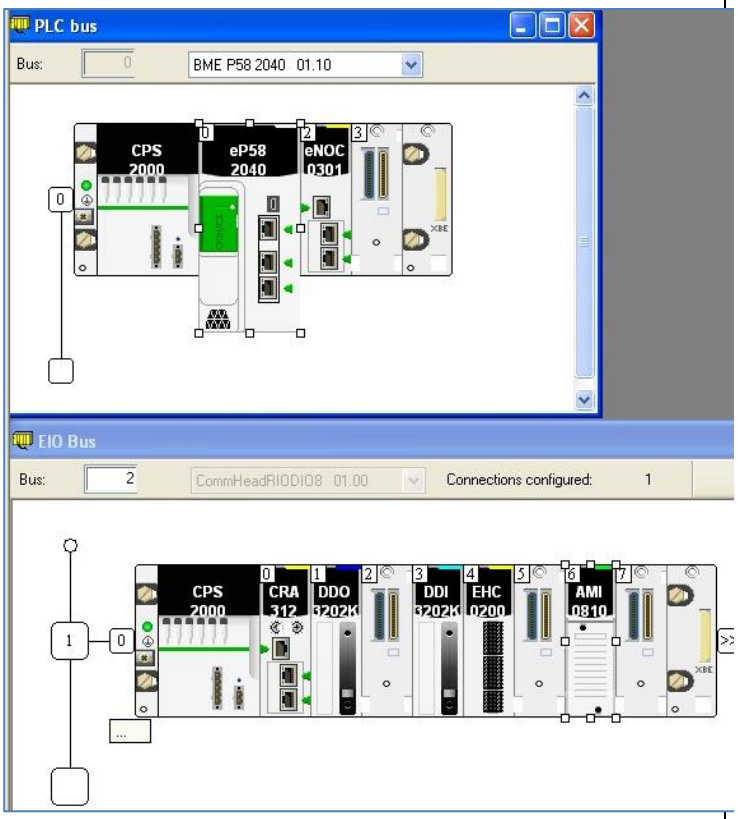
Приложение 2

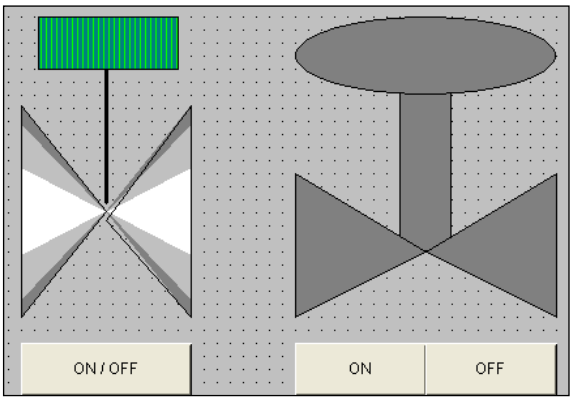
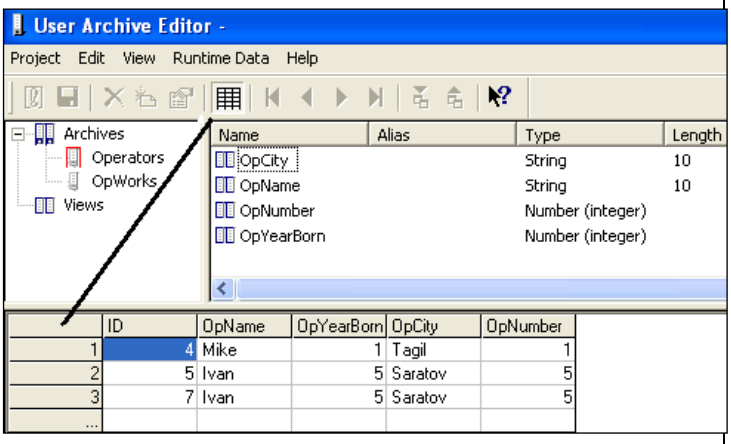
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-7: Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления		
ОПК-7.1	Применяет современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления	***Теоретические вопросы:*** 1. Каковы отличия в организации доступа к входным/выходным сигналам контроллеров Siemens и Snider Electric? 2. Какие типы интерфейсов используются при программировании промышленных контроллеров? 3. Какие средства используются для организации взаимодействия между уровнями иерархических систем управления? 4. Какие функции выполняет SCADA? 5. Какие компоненты входят в однопользовательскую АРМ? Какие возможны варианты построения однопользовательской АРМ? 6. Какие основные структуры уровня HMI используются в современных системах управления? 7. Какое отличие многопользовательской системы человеко-машинного интерфейса от однопользовательской? 8. Что называют распределенной системой АРМ? 9. Какое специализированное программное обеспечение используется для построения АРМ с доступом через глобальную корпоративную сеть и сеть Интернет? 10. Какая основная область применения АРМ с доступом через глобальную корпоративную сеть и сеть Интернет? 11. Какие типы программаторов используются при программировании PLC S7-300/400? 12. Что такое Simatic Manager? 13. Как организуется установка лицензионного ключа Simatic Manager? 14. Какие алгоритмы управления входят в состав библиотек Step 7?

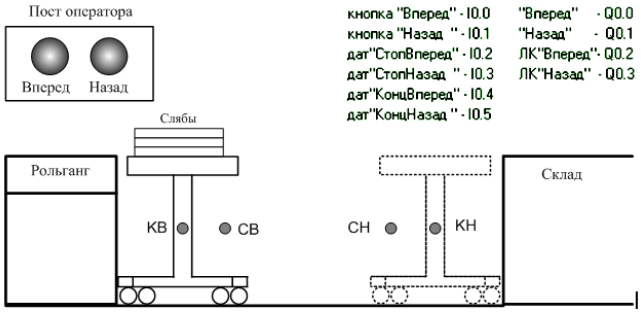
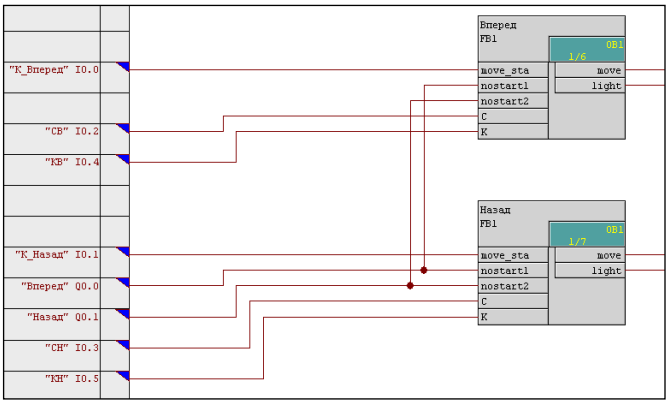
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		15. Какие среды используются при программировании контроллеров S7-200 и S7-1200? Каковы основные отличия в функциях этих контроллеров? 16. Дайте сравнительную оценку семействам контроллеров S7-300/400 и S7-1200/1500. 17. Изложите порядок конфигурирования инструментария WinCC для вывода данных на экраны с использованием графиков. 18. Изложите порядок настройки распределенной системы диспетчерского управления на базе WinCC с применением резервного сервера и клиентов. 19. Какие инструменты WinCC предназначены для организации работы оператора с системой сообщений и тревог? 20. Перечислите способы динамизации изображения на мнемосхемах WinCC. 21. Изложите принципы структурирования программы в контролерах S7-300/400 и S7-1200. На примере изложите порядок создания пользовательской функции. 22. Поясните порядок действий при конфигурировании станций S7-1200, S7-300/400, S7-200. 23. Для решения каких задач управления целесообразно применять языки Graph, SFC, CFC? 24. Какие языки программирования поддерживают среда Step 7? 25. Перечислите основные инструкции языка IL и приведите пример программы с использованием катушек с памятью. 26. Перечислите действия языка SFC в среде Unity Pro. 27. Какими командами реализуются арифметические функции? 28. Какие форматы выполнения арифметической операции поддерживаются языками программирования? 29. Какие бывают виды счетчиков? 30. Поясните приоритет команд установки, счета и сброса счетчика 31. Перечислите типы таймеров в среде Step 7. 32. Произведите чтение диагностических сообщений процессора контроллера 33. Произведите отладку программы управления с использованием VAT таблицы и режима

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		мониторинга программы. Какие еще программные средства отладки для этого используются? 34. Какое основное назначение системных функций и функциональных блоков в Step 7? 35. Запишите основные операции релейной логики, которые используются при проектировании релейных схем. ***36.*** Приведите пример программы на языках LAD и STL реализующий основные операции релейной логики. ***Практические задания:*** 1. Произведите конфигурирование станции с удаленной периферией по заданному содержанию оборудования:  2. Для контроллера S7-400 настройте доступ к дискретным входам так, чтобы адрес первого входа был I4.0. 3. В SCADA WinCC реализовать анимацию

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		переключения состояний двух клапанов:  4. В среде WinCC создайте в классе тревог Error новый тип тревог с именем по своему усмотрению. Настройте цветовую гамму для сообщений созданного нового типа тревог. 5. В среде WinCC создайте пользовательский архив «Operators» и заполните его данными согласно заданию: 
ОПК-8: Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-8.1	Применяет современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления	***Теоретические вопросы:*** 1. Какие блоки реализуют функции катушек с памятью на CFC? 2. Назначение блоков переключения SEL и MUX в CFC. 3. Перечислите блоки, реализующие операции многобитового И, ИЛИ, отрицания в Step 7. 4. Особенности работы блоков AFP и Timer_P CFC. 5. В чем отличие реализации подпрограммы в виде FB блока и CFC схемы? 6. Назначение блоков R_TRIG, F_TRIG? 7. Можно ли настраивать число входов блоков дискретной логики на CFC? 8. Перечислите операции побитового сдвига. 9. Назначение многобитовых операций при управлении 10. Как организовать отключение команд для группы устройств по данным о срабатывании их концевых с использованием многобитовой логики? 11. Как наложить маску для выделения состояния требуемых битов? 12. Какова структура бибилиотечных регуляторов Step 7 с непрерывным выходом и шагового типа? 13. Какие основные разделы входят в состав библиотеки алгоритмов регулирования в среде Unity Pro? 14. Как организовать контроль периодичности исполнения программы на CFC? 15. Как настроить периодичность исполнения программы CFC? 16. Назначение текстового соединения 17. В чем отличие реализации подпрограммы в виде FB блока и CFC схемы? 18. Перечислите основные структуры программ последовательного управления 19. Виды и назначение блокировок Interlock и Supervision 20. Функции меню управления секвенсором 21. Перечислите инструкции этапов и разделов перманентного кода 22. С какими событиями можно комбинировать инструкции этапов? 23. Перечислите типы сигналов в CFC.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Практические задания: 1. Разработайте программу управления объектом с использованием стандартного блока ПИД-регулирования с непрерывным выходом на Step7. 2. Разработайте программу управления объектом с использованием исполнительного механизма постоянной скорости и стандартного шагового регулятора на базе ПИД-закона регулирования. 3. Выполнить настройку блока широтно-импульсной модуляции Step 7 для формирования импульсов с заданными временными параметрами. 4. Если с АЦП модуля аналогового ввода приходит сигнал 32768, то какое значение напряжения кодируется этой величиной, если модуль настроен на диапазон +-10В? 5. Запишите математическое рекуррентное выражение для численного интегрирования входного. Разработайте программу на языке STL для численного интегрирования входного сигнала по представленному выражению. 6. Запишите рекуррентное выражение для фильтра 1ого порядка. Разработайте программу фильтра по данному выражению. 7. Реализовать операции интегрирования и дифференцирования в среде CFC. 8. Разработайте программу на CFC, необходимую для реализации ПИ-закона управления. 9. Составьте программу для выделения битов I0.0, I1.0, I1.1 в слове IW0 и копирования их статуса в соответствующие биты MW0 с использованием многобитовых операций. 10. Составьте программу отключения команд Q0.0, Q0.1, Q0.2, Q0.3 при срабатывании соответствующих датчиков I0.0, I0.1, I0.2, I0.3 с

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		использованием многобитовой логики. 11. Реализовать структурирование программы управления моделью слябовой тележки, управление которой происходит по нажатию двух кнопок на посту оператора: кнопка «вперед» к рольгангу, кнопка «назад» на склад.  Реализовать операции перемещения телеги в произвольную сторону в виде функции:  12. В среде WinCC разработать сервер проект с одним экраном, на котором происходит изменение цвета изображения лампы при нажатии на кнопку. Разработать клиентское WinCC приложение и подключить его к серверному приложению. 13. Разработать программу масштабирования сигналов регулятора с непрерывным выходом в диапазоне [0..100] для вывода сигнала на

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		аналоговый выход [0..10В] с использованием стандартных блоков Step7. 14. Реализовать трехпозиционный релейный регулятор с заданной зоной нечувствительности и уровнями управляющего сигнала с применением блока MUX. В качестве объекта использовать блок расчета скользящего среднего по 30 циклам – SAMP_AVE. Регулятор работает в соответствии с условиями: $$U = \begin{cases} 100, при : e > 5 \\ 0, при : -5 \le e \le 5 \\ -100, при : e < -5 \end{cases},$$ где e – сигнал рассогласования, т.е. разница между заданным и действительным значением регулируемого параметра 15. Реализовать считывание 2-х аналоговых сигналов. Если их разница превышает 5В, то горит лампа Q0.0, в противном случае горит лампа Q0.1. Разницу сигналов вывести на аналоговый выход. Для преобразования аналоговых сигналов в действительные величины и наоборот использовать FC105, FC106. Настроить параметры аппаратного прерывания – если любой из аналоговых сигналов выходит за пределы [-9;+9] В, то выполнение группы с основной программой в OB35 прекращается, а Q0.0 и Q0.1 = 0. 16. Некоторые BOP — базовые операторы не обладают входом EN, позволяющим контролировать вызов этих блоков. Таким блоком является, например, достаточно важный блок переключения SEL_R. Реализовать программу вывода на QW0 значений из MW2 и MW4 в зависимости от состояния кнопки I0.0. Вывод производится только в случае, если I0.1=1. 17. Реализовать следующую программу: Если (есть фронт по M0.0 и нет фронта по M0.1) или (есть фронт по M0.1 и нет фронта по M0.2) то включить лампу Q0.0. Лампа сбрасывается кнопкой I2.0.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Оценить влияние очередности исполнения блоков на работоспособность программы. 18. Реализовать схему переключения четырех ламп согласно произвольно принятой временной последовательности. 19. Реализовать собственный счетчик с использованием команд выделения фронта и блока интегратора. Сохранить счетчик в виде FB. 20. Реализовать в OB1 программу управления с использованием непрерывного регулятора. В качестве объекта для создания эффекта инерции используется блок расчета среднего по времени значения сигнала. Использовать блоки библиотеки CFC для определения текущей периодичности вызова OB1. 21. Реализовать схему расчета времени между двумя последними нажатиями на кнопку с адресом I0.0 (время между позитивными фронтами) с использованием функций TIME_BEG и TIME_END. В данном задании может быть очень важна последовательность исполнения блоков, которую можно изменить в редакторе очередности исполнения блоков. 22. Реализовать управление моделью слябовой тележки с использованием языка последовательного управления Graph. 23. Реализовать маскирование синхронной ошибки доступа в среде Step7 к несуществующему блоку данных DB1, вызов которого следует разместить в OB1. 24. Выполнить диагностику причины перехода CPU S7-400 в состояние STOP с использованием диагностического буфера при наличии вызова несуществующего блока FC2 в существующем блоке FC1. 25. Выполнить подключение SCADA WinCC к PLC S7-400 через интерфейс MPI и считать область

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		памяти PLC MW0. 26. Выполнить подключение SCADA WinCC к Excel через интерфейс DDE и считать ячейку A1 первого листа.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и зачета с оценкой.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой и экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Приложение 3

Методические указания к выполнению лабораторных работ по CFC

Работа №9. Дискретная логика в среде CFC

Порядок выполнения работы

Реализовать программу на CFC для включения ламп согласно заданной таблице истинности по варианту.

Варианты:

1.

X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3
1	0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1
остальные				0	0	0

2.

X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0
остальные			0	0	0

3.

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2

1	0	0	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	0
остальные					0	0

4

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2	Y_3
1	1	0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	1	1
остальные					0	0	0

5.

X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1
остальные			0	0	0	0

6.

X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3

0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1
остальные				0	0	0

7.

X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1
остальные			0	0	0

Работа №10. Управление событиями в среде CFC

Порядок выполнения работы

1. Реализовать программу управления моделью слябовой тележки. Описание модели слябовой тележки в основной литературе [1]. Для управления телегой в произвольную сторону использовать не откомпилированную CFC-схему, как функцию.

2. Для управления телегой в произвольную сторону использовать CFC-схему, откомпилированную как функциональный FB блок.

3. Изменить исходную схему-функцию, удалив из раздела интерфейса лампу (выход). Откомпилировать схему поверх созданного ранее FB блока. Импортировать в папку схем новую версию FB блока - функции движения.

Работа №11. Числовые операции в CFC

Порядок выполнения работы

1. Реализовать программу ПИ-регулятора (программа приведена в основной литературе [1]).

2. Проверка работы регулятора с использованием в качестве объекта управления блока скользящего среднего (SAMP_AVE).

3. Доработка регулятора. Добавление Д-части. Добавление входа TD для учета времени дифференцирования. Добавление входа cycle для учета периодичности исполнения программы.

4. Доработка регулятора. Добавление блокировки нулевого значения cycle. При нулевом значении в расчеты подставляется предустановленная константа 0,1. Для выполнения задания использовать блок переключения SEL_R.

Работа №12. Многобитовые операции в CFC

Порядок выполнения работы

1. Реализовать программу управления роботом-манипулятором KUKA согласно примеру в основной литературе [1].

2. Изменить последовательность перемещения узлов робота на свое усмотрение.

Работа №13. Таймеры и счетчики в CFC

Порядок выполнения работы

Требуется разработать программу управления четырьмя светофорами на двух перекрестках на базе CFC. Требования к структурной организации представлены в основной литературе [1].

Работа №14. Создание проекта CFC группой разработчиков

Порядок выполнения работы

1. Требуется реализовать один из блоков (CFC-схему) управления моделью лифта согласно варианту задания. Структура программы разобрана в основной литературе [1].

2. Требуется реализовать общую программу управления моделью лифта, получив программы прочих блоков у других обучающихся группы.

Работа №15. Последовательное программирование в среде Graph

Порядок выполнения работы

Реализовать программу управления моделью слябовой тележки. Описание модели слябовой тележки в основной литературе [1]. Для управления телегой использовать структуру с альтернативным ветвлением на языке Graph.