

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Программирование логических контроллеров»

Направление подготовки	<i>15.03.06 Мехатроника и робототехника</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Робототехнические комплексы и системы</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра ЭПАПУ</i>

Разработчик ФОС:

доцент, к.т.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

В.А. Егоров

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании
кафедры, протокол № _____ от «____» _____ 2023 г.

Заведующий кафедрой _____ С.П. Черный

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способен осуществлять разработку проектных решений для организации автоматизированных рабочих мест, в том числе с применением современных специализированных программных продуктов	<p>ПК-1.1 Знает принципы проектирования гибких производственных модулей, виды и принципы работы промышленных роботов и робототехнических комплексов, а также специализированные программные системы для автоматизированного проектирования и моделирования</p> <p>ПК-1.2 Умеет разрабатывать алгоритмы работы, выполнять подготовку и корректировку управляющих программ автоматизированного оборудования, а также использовать специализированные программные системы для автоматизированного проектирования и моделирования</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками разработки алгоритмов работы и схем автоматизированного оборудования</p>	<p>Знание языков программирования промышленных логических контроллеров стандарта МЭК 61131-3.</p> <p>Умение разрабатывать управляющие программы для гибких производственных систем, на языках стандарта МЭК 61131-3.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Тема 1-12	ПК-1	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Тема 1-12	ПК-1	РГР	Полнота и правильность выполнения задания
Тема 1-12	ПК-1	Вопросы к экзамену	Правильное представление о структуре проекта, особенностях и языках программирования промышленных контроллеров.

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Тест	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 4 балла – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – работа не выполнена
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	
9	Расчётно-графическая работа	в течение семестра	20 баллов	20 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 15 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>ного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>10 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>5 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p> <p>0 баллов – работа не выполнена</p>
Экзамен:	Вопрос – оценивание уровня усвоенных знаний	20 баллов		<p>20 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>15 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>10 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
	Задача – оценивание уровня усвоенных умений	15 баллов		<p>15 баллов - студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>10 баллов - студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточ-</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				ностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 5 баллов - студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	ИТОГО:	-	100 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (за семестр): 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)</p>				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Очная форма обучения

Тест

1. Расшифруйте аббревиатуру ПЛК:

- a) Программируемый линейный контроллер
- b) Промышленный логический контроллер
- c) Программируемый логический контроллер

2. ПЛК это:

- a) Программно управляемый дискретный автомат
- b) Дискретный автомат на жесткой логике
- c) Программно управляемый автомат для управления технологическим оборудованием

нием

3. Типы входов и выходов ПЛК:

- a) Линейные и нелинейные

- b) Дискретные и аналоговые
 - c) Непрерывные и дискретные
4. Гальваническая развязка входов и выходов ПЛК это:
- a) Отсутствие электрической связи между датчиками и управляющим блоком
 - b) Отсутствие электрической связи между управляющим блоком и исполнительными механизмами
 - c) Отсутствие электрической связи между управляющим блоком и входами/выходами ПЛК
5. Какие входы и выходы ПЛК имеют гальваническую развязку:
- a) Аналоговые
 - b) Дискретные
 - c) Все
6. Условия работы ПЛК:
- a) Кондиционирование помещения, система очистки воздуха, система термостабилизации воздуха
 - b) Электромагнитные помехи, низкие или высокие температуры воздуха, влажность, вибрации, загазованность и запыленность
 - c) Обязательная защита от электромагнитных помех
7. Место ПЛК в системе управления предприятием:
- a) Управление отдельным механизмом или установкой
 - b) Сбор данных
 - c) Техническая реализация диспетчерского пульта
8. Какая система управления называется автоматизированной:
- a) Система управления, в которой все функции управления выполняются техническими средствами
 - b) Система управления, в которой часть управляющих функций возлагается на оператора
 - c) Система, в которой управление осуществляется на уровне рычагов и кнопок
9. Относится ли ПЛК к системам реального времени:
- a) Да
 - b) Нет
 - c) В зависимости от конкретного исполнения
10. Основное требование, предъявляемое к системе жесткого реального времени:
- a) Логически верное решение, полученное с задержкой более допустимой, не является приемлемым
 - b) Время расчета управляющего воздействия может превышать период квантования системы управления
 - c) Логически верное решение приемлемо в любом случае
11. Порядок работы ПЛК сканирующего типа:
- a) Опрос входов по мере необходимости; вычисление управления; вывод управляющих сигналов на выходы по мере необходимости
 - b) Опрос всех входов; расчет управления; одновременный вывод всех управляющих переменных в порты вывода ПЛК
 - c) Возможно программное управление вариантами работы a) и b) ПЛК

12. Форматы ПЛК:

- a) Micro, Mini, Power
- b) Low, High, Premium
- c) Одноплатные, модульные

13. Что такое время сканирования ПЛК:

- a) Время обсчета управляющей программы
- b) Время опроса входов ПЛК
- c) Время опроса входов и выдачи управляющих сигналов

14. Время реакции ПЛК не превышает:

- a) Времени сканирования ПЛК
- b) Удвоенного времени сканирования
- c) Возможны оба варианта

15. Время реакции современного ПЛК составляет:

- a) 1..10 мкс
- b) 1..10 мс
- c) 0,1..1 с

16. Назовите наиболее крупных производителей ПЛК:

- a) Mitsubishi, Yokogawa, Siemens, Allen-Bradley, Omron, Овен
- b) Microchip, Philips, Atmel, ST microelectronics, Samsung, NXP
- c) Renesas, Hitachi, Freescale, Texas Instrument, Infineon, Fujitsu

Задания лабораторных работ

1. Основные приёмы работы в среде CoDeSys
2. Составление управляющих программ на языке LD
3. Составление управляющих программ на языке FBD
4. Составление управляющих программ на языке IL
5. Составление управляющих программ на языке ST
6. Составление управляющих программ на языке SFC
7. Составление управляющих программ с использованием программных компонен-

тов

Задания практические занятия

1. Типы данных
2. Язык релейных диаграмм(LD)
3. Язык линейных инструкций (IL)
4. Язык структурированного текста (ST)
5. Язык последовательных функциональных схем (SFC)
6. Стандартные функциональные блоки
7. Функции пользователя. Функциональные блоки

Расчётно-графическая работа

Исходные данные

Разработать программное обеспечение системы управления технологическим процессом.

Система управления технологическим процессом должна обеспечивать:

- управление всеми режимами работы технологической установки;
- гальваническую развязку входов и выходов системы управления от полевых датчиков и силового оборудования установки;
- наличие подсистемы противоаварийных защит.

Кроме того, в проекте должны быть произведены расчёты силовых коммутирующих элементов, и выполнен подбор датчиков, силового коммутирующего оборудования и исполнительных механизмов технологической установки.

Варианты заданий

Задание №1 «Управление доступом»

Реализовать программу управления сдвижными воротами с приводом и ручным управлением. Ворота управляются оператором при въезде и выезде транспортных средств.

Кнопки ОТКРЫТЬ и ЗАКРЫТЬ, в помещении контрольного пункта, инициируют движение ворот в соответствующем направлении, если они не перемещаются в противоположном направлении. Перемещение ворот завершается либо при помощи кнопки СТОП, либо соответствующим концевым выключателем.

Необходимо обеспечить возможность прерывания любого перемещения ворот при помощи защитного нажимного выключателя. Он предохраняет людей от травм и имущество от повреждения при закрытии ворот.

Реализовать дополнительные функции:

- применение защитного нажимного выключателя прерывает закрывание ворот;
- за пять секунд до открытия или закрытия ворот задействуется сигнал маяка, свидетельствующий о начале движения и продолжающий мигать до остановки ворот.

Задание №2 «Контроль мест для стоянки автомобилей»

Реализовать программу для системы контроля свободных мест на автостоянке. На автостоянке имеется в распоряжении определенное количество мест для стоянки автомобилей. Входной светофор должен автоматически переключаться с зеленого на красный, когда все места заняты. Как только места снова освобождаются, въезд снова обеспечивается включением зеленого сигнала.

Въезжающие и выезжающие автомобили подсчитываются с помощью с помощью фотодатчиков I1 и I2. При въезде автомобиля срабатывает датчик I1 и счетчик автомобилей увеличивается на 1, а при выезде автомобиля - I2 счетчик уменьшается на 1.

При достижении установленного параметра переключается светофорное устройство на выходе Q1. С помощью кнопки I3 значение счетчика и выход Q1 могут быть сброшены.

Используемые компоненты:

I1 – фотодатчик «Въезд» (замыкающий контакт);

I2 – фотодатчик «Выезд» (замыкающий контакт);

I3 – кнопка сброса (замыкающий контакт);

Q1 – реле светофора (переключающий контакт).

Реализовать дополнительные функции:

- текущее значение счетчика отображать на дисплее контроллера;
- максимальное значение счетчика может изменяться произвольно;
- запрещать въезд, когда стояночные места заняты;
- стояночные места зарезервированы для служащих предприятия.

Задание №3 «Управление бетономешалкой»

Разработать программу управления мешалкой строительных смесей. С помощью переключателя режимов работы можно выбрать автоматический режим или режим ручного управления. Неисправности сигнализируются с помощью лампы и аварийного звукового сигнала.

Если переключатель режимов работы находится в положении «Автоматика» (вход I1), то мешалка (на Q1) запускается немедленно. Автоматический режим означает, что мешалка включается и выключается через заданные интервалы времени (15 секунд – включена, 10 секунд – пауза). Мешалка работает с этими интервалами, пока переключатель режимов работы не будет переведен в положение 0. В режиме прямого управления (I2 – положение «Прямое управление») мешалка работает без учета интервалов времени. При срабатывании автомата защиты двигателя (на I3) включается лампа сигнализации о неисправности (Q2) и аварийный звуковой сигнал (Q3). Интервалы, с которыми подается звуковой сигнал, устанавливаются с помощью датчика тактовых импульсов на 3 секунды. Звуковой сигнал может быть прерван с помощью кнопки сброса на входе I4. Если неисправность устранена, то сигнальная лампа и звуковой сигнал снова сбрасываются.

С помощью кнопки «Контроль аварийной сигнализации» на входе I5 можно проверить как сигнальную лампу, так и звуковой сигнал.

Используемые компоненты:

I1 – переключатель режимов «Автоматика» (замыкающий контакт);

I2 – переключатель режимов работы – положение «Прямое управление» (замыкающий контакт);

I3 – аварийный контакт автомата защиты двигателя (замыкающий контакт);

I4 – кнопка сброса звукового сигнала (замыкающий контакт);

I5 – кнопка проверки функционирования аварийной сигнализации замыкающий контакт);

Q1 – мешалка;

Q2 – сигнальная лампа;

Q3 – аварийный звуковой сигнал.

Задание №4 «Наполнительная станция»

Реализовать программу управления наполнительной станцией. Контейнер заполняется двумя видами предметов, до достижения заданного количества по каждому из них. После того, как все предметы будут положены в коробку, она перевозится на станцию упаковки. Транспортёры подают предметы обоих типов к контейнеру.

Для заполнения контейнера каждая позиция доставляется транспортёром к контейнеру. Последовательность падения предметов в контейнер является произвольной.

Все предметы, падающие в контейнер, подсчитываются датчиком.

Дисплей модуля должен отображать, сколько предметов каждого типа было подсчитано и сколько всего предметов находится в контейнере.

Датчики на фотоэлементах подключаются к двум цифровым входам I1 и I2 и обнаруживают падение предметов в контейнер.

Два счетчика подсчитывают отдельно предметы двух отдельных типов при их падении в коробку.

Порог включения каждого счетчика задает максимально возможное количество по каждому типу предмета. После заполнения коробки транспортёр включается на десять секунд для перемещения заполненной коробки на упаковочную станцию и для перемещения пустого контейнера на наполнительную станцию.

На дисплее следует отображать общее количество предметов и число предметов каждого типа.

Пороги включения счетчиков В1 и В2 определяют максимальное число предметов каждого типа, подлежащих размещению в контейнере.

Ширина импульса (ТН) интервального реле с запуском по фронту определяет продолжительность перемещения транспортёра.

Задание №5 «Освещение и сигнализация жилого дома»

Разработать программу для управления внешним и внутренним освещением жилого дома. В случае отсутствия хозяев или в темное время суток оно должно сигнализиро-

вать о приближении людей. Через сигнализатор перемещения и контакт тревоги установки тревожной сигнализации включается внешнее и внутреннее освещение.

Внешнее освещение разделено на три области (Q1, Q2, Q3). Для каждой области используется собственный сигнализатор перемещения (I2, I3, I4). Если на определенном интервале времени срабатывает один из этих сигнализаторов, то соответствующее внешнее освещение включается на 90 секунд.

Диапазон времени задается через встроенные часы реального времени (с 17:00 до 7:00). Благодаря сумеречному реле на входе П1 гарантируется, что включение происходит только в темное время суток. На вход I5 подключен четвертый сигнализатор перемещения, который независимо от времени и темноты включает все три внешних освещения на 90 секунд.

Внешние освещения включаются также на 90 секунд через контакт тревоги установки тревожной сигнализации на входе I6. Кроме того, после отключения внешнего освещения на 90 секунд включается внутреннее освещение. Через сигнализатор перемещения на входе I5 и контакт тревоги внутреннее освещение включается на 90 секунд немедленно.

Используемые компоненты:

- П1 – сумеречное реле (замыкающий контакт);
- I2 – сигнализатор перемещения 1 (замыкающий контакт);
- I3 – сигнализатор перемещения 2 (замыкающий контакт);
- I4 – сигнализатор перемещения 3 (замыкающий контакт);
- I5 – сигнализатор перемещения 4 (замыкающий контакт);
- I6 – контакт тревоги установки тревожной сигнализации (замыкающий контакт);
- Q1 – внешнее освещение 1;
- Q2 – внешнее освещение 2;
- Q3 – внешнее освещение 3;
- Q4 – внутреннее освещение.

Задание №6 «Контроль длительности подключения потребителей (нагрузки)»

Разработать программу обеспечивающую включение потребителей электрической энергии на определенный интервал времени. Если заданное время превышено, то контроллер автоматически отключает потребителей (нагрузку).

ПЛК контролирует длительность включения присоединенных потребителей. Для отдельных потребителей может быть задано различное время. Каждому выходу ставится в соответствие вход, т.е. если нажат выключатель на входе П1, то немедленно включается потребитель на Q1. В течение заданного интервала времени потребитель может произвольно часто включаться и выключаться. Но если интервал включения превышен, то контроллер автоматически отключает этого потребителя. Остальные входы и выходы (I2, I3 и Q2, Q3) связаны друг с другом таким же образом.

Завершение деблокировки реализуется следующим образом:

Через встроенный в контроллер счетчик устанавливается текущая длительность включения путем подачи каждую минуту на счетчик импульса датчиком тактовых импульсов. Тем самым может быть подсчитано число прошедших минут. Заданное граничное значение соответствует максимальной длительности включения (напр., 120 = 120 минутам для Q1). Когда это значение счетчика достигается, потребитель отключается. Потребитель остается заблокированным до тех пор, пока через реле времени не будет дана команда на деблокировку (напр., каждый день в 6:00). Чтобы дать сигнал о том, что максимальное время включения скоро истечет, к выходу Q4 подключена дополнительная сигнальная лампа, которая начинает мигать за 15 минут до истечения времени.

Используемые компоненты:

- П1 – выключатель для потребителя 1 (замыкающий контакт);
- I2 – выключатель для потребителя 2 (замыкающий контакт);

- I3 – выключатель для потребителя 3 (закрывающий контакт);
- Q1 – потребитель 1;
- Q2 – потребитель 2;
- Q3 – потребитель 3;
- Q4 – сигнальная лампа.

Задание №7 «Система кондиционирования воздуха» Разработать программу управления системой кондиционирования воздуха. Система - подает в помещение свежий воздух и удаляет загрязненный.

Описание системы:

- в помещении установлены вытяжной насос и насос для подачи свежего воздуха;
- работа каждого из вентиляторов контролируется датчиком расхода;
- давление в помещении может повышаться сверх атмосферного;
- вентилятор подачи свежего воздуха может быть включен только в том случае, когда датчики сигнализируют о безопасном рабочем состоянии вытяжного вентилятора;
- отказ одного из вентиляторов индицируется при помощи сигнальных ламп.

Работа вентиляторов контролируется датчиками расхода. При отсутствии потока воздуха после короткой задержки система выключается и отображается сообщение об ошибке, которое может быть подтверждено нажатием кнопки выключения.

Входы I1 и I2 служат для включения и выключения системы. Вентиляторы подключены к выходам Q1 и Q2, датчики расхода подключены к входам I3 и I4.

По истечении установки контрольного времени, датчики расхода должны направить сигнал на выход отказа Q3.

Реле Q4 отключается только в случае аварии сетевого питания или сбоя в системе. Можно инвертировать выход Q3 для использования выходных сообщений на выходе Q4.

Задание №8 «Управление отоплением. Регулирование»

Разработать программу управления температурой подводимого тепла системы отопления. Температура должна управляться обратно пропорционально наружной температуре. Это означает: Чем ниже наружная температура, тем выше температура подводимого тепла. Наружная температура и температура подводимого тепла измеряются датчиками RT100. Когда наружная температура равна 0 град. С, температура подводимого тепла должна составлять 50град.С. Отопление должно включаться, если наружная температура опускается ниже 4 град. С.

1. Датчик RT100 подсоединен к входу AI1 и служит для измерения подводимого тепла.

2. Усилитель датчика RT100 вызывает передачу на выход фактической температуры, измеряемой датчиком.

3. Датчик RT100 подсоединен к входу AI2 и служит для измерения наружной температуры.

4. Усилитель этого датчика вызывает передачу на выход значения, обратно пропорциональное измеренной датчиком температуры.

Следовательно, чем выше наружная температура, тем ниже передаваемое значение.

5. Компаратор сравнивает наружную температуру с температурой подводимого тепла.

6. Компаратор включает выход Q2, если разность между температурой подводимого тепла и нормированной наружной температурой превышает 4°C.

Если разность приближается к 0град.С, аналоговый компаратор снова выключает выход Q2.

7. Выход Q2 включает и выключает отопление.

Наружная температура уменьшается; это вызывает пропорциональное увеличение значения, подаваемого на вход компаратора. На компараторе увеличивается разность

между температурой подводимого тепла и наружной температурой. При достижении разности в 4°C включается отопление.

Включение отопления повышает температуру подводимого тепла.

По этой причине разность на компараторе между температурой подводимого тепла и наружной температурой уменьшается (при условии, что наружная температура уменьшается медленнее повышения температуры подводимого тепла). При достижении разности в 0град.С отопление выключается.

Контрольные вопросы к экзамену

1. Структура управляющей программы. Типы и приоритет задач.
2. Стандарт МЭК 61131-3. Краткая характеристика языков МЭК.
3. Типы данных. Целочисленные, логический и вещественные типы. Интервал времени.
4. Язык IL. Формат инструкции. Аккумулятор. Переход на метку. Модификаторы инструкций.
5. Язык IL. Логические операторы.
6. Язык IL. Арифметические операторы.
7. Язык IL. Операторы пересылки.
8. Язык IL. Операторы условных переходов.
9. Язык IL. Операторы безусловного перехода и организации подпрограмм.
10. Язык ST. Выражения. Приоритет операций.
11. Язык ST. Операторы ветвления.
12. Язык ST. Операторы цикла.
13. Язык ST. Операторы EXIT и RETURN.
14. Язык LD. Условные графические обозначения элементов языка. Правила составления LD цепей.
15. Язык LD. Реле с самофиксацией. Порядок выполнения LD диаграммы.
16. Язык LD. Управление порядком выполнения LD-диаграммы. Расширение возможностей языка LD.
17. Язык FBD. Отображение функциональных блоков. Соединительные линии. Порядок выполнения FBD-диаграммы.
18. Язык FBD. Соединители и обратные связи. Инверсия логических сигналов.
19. Язык FBD. Метки, переходы и возврат. Выражения языка ST в FBD-диаграммах.
20. Язык SFC. Принцип организации последовательной функциональной схемы. Шаги. Переходы.
21. Язык SFC. Начальный шаг. Параллельные и альтернативные ветви.
22. Язык SFC. Переход на произвольный шаг.
23. Упрощенный SFC. Входные и выходные действия.
24. Упрощенный SFC. Механизм управления шагом.
25. Стандартный SFC. Принцип организации SFC-диаграммы.
26. Стандартный SFC. Классификаторы действий.
27. Стандартные функциональные блоки. Таймеры.
28. Стандартные функциональные блоки. Триггеры.
29. Стандартные функциональные блоки. Детекторы импульсов.
30. Стандартные функциональные блоки. Счетчики.
31. Библиотека функциональных блоков Util.lib. Расширенные библиотечные компоненты.
32. Функциональный блок для кусочно-линейной интерполяции.
33. Функциональные блоки для интегрирования и дифференцирования.
34. ПИД-регулятор.
35. Компоненты организации программ (POU). Создание и объявление POU.
36. Функции пользователя. Создание и вызов функции.
37. Функциональные блоки. Реализация функционального блока. Создание экземпляра функционального блока.

38. Функциональные блоки. Доступ к переменным экземпляра. Вызов экземпляра блока в программе.