

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление 27.03.04 «Управление в технических системах»

Кафедра автоматики и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Программно-методическое обеспечение для изучения контроллера «LOGO» |

УДК 681.51

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 158A20 | Пэй Синьсинь | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--|---------------------------|---------|------|
| Доцент каф. АиКС | Скороспешкин Максим Владимирович | К.Т.Н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент каф. МЕН | Николаенко Валентин Сергеевич | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент каф. ЭБЖ | Кырмакова Ольга Сергеевна | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Зав. каф. АиКС | Фадеев Александр Сергеевич | К.Т.Н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

| Код результата | Результат обучения (Выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|--|
| Профессиональные компетенции | |
| P1 | Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации. |
| P2 | Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники |
| P3 | Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств. |
| P4 | Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами. |
| P5 | Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами. |
| P6 | Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами. |
| P7 | Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре |
| Универсальные компетенции | |
| P8 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий. |
| P9 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам. |
| P10 | Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду. |
| P11 | Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. |

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение логического контроллера Siemens LOGO!. 2. Изучение системы программирования контроллера LOGO!SoftComfort. 3. Изучение языков программирования FBD и LAD. 4. Создание программного обеспечения для управления работой лабораторного стенда. 5. Создание методического обеспечения для выполнения лабораторной работы. |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Презентация в формате *.pttx, 12 слайдов</p> <p>Слайд 1 - Тема ВКР</p> <p>Слайд 2 - Цель и задачи ВКР</p> <p>Слайд 3 - Назначение и состав контроллера LOGO!</p> <p>Слайд 4 - Характеристики контроллера LOGO!</p> <p>Слайд 5 - Назначение программного обеспечения LOGO!Soft Comfort</p> <p>Слайд 6 - Языки программирования LOGO!Soft Comfort</p> <p>Слайд 7 - Структурная схема лабораторного стенда</p> <p>Слайд 8 - Программно-методическое обеспечение</p> <p>Слайд 9 - Программа работы гирлянды из трех ламп на языках FBD и LAD</p> <p>Слайд 10 - Программа управления работой насосов на языках FBD</p> <p>Слайд 11 - Методическое обеспечение</p> <p>Слайд 12 - Финансовый менеджмент</p> <p>Слайд 13 - Социальная ответственность</p> <p>Слайд 14 - Результаты работы</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> | <p>Николаенко Валентин Сергеевич, Ассистент каф. МЕН.</p> |
| <p>Социальная ответственность</p> | <p>Кырмакова Ольга Сергеевна, Ассистент каф. ЭБЖ</p> |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Нет

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--|------------------------|---------|------|
| Доцент каф. АиКС | Скороспешкин Максим Владимирович | к.т.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 158A20 | Пэй Синьсинь | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт кибернетики

Кафедра автоматизации и компьютерных систем

Направление 27.03.04 «Управление в технических системах»

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – весенний семестр 2016 учебного года

Форма представления работы:

| |
|---------------------|
| Бакалаврская работа |
|---------------------|

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

| | |
|--|-------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 1.06.2016г. |
|--|-------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 27.05.2016 г. | Основная часть | 75 |
| 20.05.2016 г. | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 15 |
| 20.05.2016 г. | Социальная ответственность | 10 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент каф. АИКС | Скороспешкин М.В. | к.т.н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Зав. каф. АИКС | Фадеев А. С. | к.т.н. | | |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|---------------|--------------|
| Группа | ФИО |
| 158A20 | Пэй Синьсинь |

| | | | |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|--|
| Институт | ИК | Кафедра | АиКС |
| Уровень образования | бакалавр | Направление/ специальность | 27.03.04 «Управление в технических системах» |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.</i> |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | <i>Проведение предпроектного анализ: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИИ.</i> |
| 2. <i>Планирование проведения и формирование бюджета научных исследований</i> | <i>Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИИ, разработка графика проведения НИИ, планирование бюджета НИИ.</i> |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | <i>Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НИИ.</i> |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>Альтернативы проведения НИ</i> 4. <i>График проведения и бюджет НИ</i> 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> |
|--|

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ассистент каф. МЕН | Николаенко В.С. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|--------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 158A20 | Пэй Синьсинь | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|--------------|
| Группа | ФИО |
| 158A20 | Пэй Синьсинь |

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|--|
| Институт | Кибернетики | Кафедра | АиКС |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 27.03.04 «Управление в технических системах» |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

В выпускной квалификационной работе рассматривается процесс исследования нечеткого корректирующего устройства и его программной реализации. Описывается рабочее место, выбранное для разработки, проявление вредных факторов, проявление опасных факторов, проявление негативного воздействия на окружающую среду.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Анализ выявленных вредных факторов:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряжённость электрического поля;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;

- повышенный уровень шума.
Анализ выявленных опасных факторов:

- электрический ток (источником является ПК);

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);

При выполнении работы влияние на атмосферу и гидросферу не происходит. Воздействие на литосферу – образование отходов при печати документов.

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. | |
| <p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. | <p><i>В аудиторном помещении возможно ЧС техногенного характера – пожар (возгорание).</i></p> |
| <p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <p><i>Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.</i></p> |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент кафедры ЭБЖ | Кырмакова О.С. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 158A20 | Пэй Синьсинь | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 111 с, 34 рисунков, 27 таблиц, 21 источник, 1 приложение, 14 слайдов мультимедийной презентации.

Ключевые слова: логический модуль LOGO!, программное обеспечение LOGO!Soft Comfort, базисный модуль LOGO! 230RC, модуль расширения DM16 230R, интерфейс программирования, диаграмма функциональных блоков, релейно-контактная схема, эмуляция.

Цель работы - создание программно-методического обеспечения для выполнения лабораторной работы «Программирование микропроцессорного контроллера LOGO в среде LOGO!Soft Comfort».

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы разработано программно - методическое обеспечение, позволяющее ознакомиться с контроллером LOGO и получить практические навыки по программированию контроллера в среде LOGO!Soft Comfort на двух языках программирования (FBD и LAD).

Разработанное программное и методическое обеспечение предназначено для выполнения лабораторной работы по учебному курсу «Автоматизированные информационно - управляющие системы» для студентов, обучающихся по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» на кафедре автоматики и компьютерных систем Национального исследовательского Томского политехнического университета.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 13 |
| 1 НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА LOGO | 14 |
| 1.1 КОНТРОЛЛЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА SIEMENS | 14 |
| 1.2 НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ КОМПЛЕКСА LOGO! | 20 |
| 1.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА LOGO! | 22 |
| 2 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА И ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ..... | 41 |
| 2.1 КОНТРОЛЛЕР LOGO! | 41 |
| 2.2 ДАТЧИКИ УРОВНЕЙ РОС 301 | 42 |
| 2.3 НАСОСЫ И ЁМКОСТИ | 46 |
| 2.4 ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ И ОБЗОРА | 46 |
| 2.5 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА И СХЕМА ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ..... | 47 |
| 2.6 СХЕМА ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ..... | 48 |
| 3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ LOGO!..... | 52 |
| 3.1 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СРЕДЫ LOGO!SOFT COMFORT | 53 |
| 3.2. Окно информации | 57 |
| 3.3. <i>Строка состояния</i> | 58 |
| 3.4. <i>Функциональные клавиши и клавиши быстрого выбора</i> | 59 |
| 3.5. <i>Панели инструментов</i> | 60 |
| 3.6. <i>Языки программирования, использующиеся в LOGO!Soft Comfort</i> | 66 |
| 3.7. <i>Основные и специальные функции</i> | 68 |
| 3.8. <i>Порядок разработки и отладки программ на языках FBD и LAD</i> | 70 |
| 4 ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОНТРОЛЛЕРА LOGO В LOGO!SOFT COMFORT»..... | 72 |
| 4.1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ | 72 |
| 4.2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ | 72 |
| 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, | 78 |
| РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ | 78 |
| 5.1 ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ | 79 |
| 5.1.1 <i>Потенциальные потребители результатов исследования</i> | 79 |
| 5.1.2 <i>SWOT-анализ</i> | 79 |
| 5.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | 80 |
| 5.3 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ | 81 |
| 5.3.1 <i>Структура работ в рамках научного исследования</i> | 81 |
| 5.3.2 <i>Определение трудоемкости выполнения работ</i> | 82 |
| 5.3.3 <i>Разработка графика проведения научного исследования</i> | 84 |
| 5.3.4 <i>Бюджет научно-технического исследования (НТИ)</i> | 86 |
| 5.3.4.1 <i>Расчет материальных затрат НТИ</i> | 86 |
| 5.3.4.2 <i>Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ</i> | 88 |
| 5.3.4.3 <i>Основная заработная плата исполнителей темы</i> | 89 |
| 5.3.4.4 <i>Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)</i> | 90 |
| 5.3.4.5 <i>Накладные расходы</i> | 91 |
| 5.3.4.6 <i>Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта</i> | 91 |
| 5.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ | 92 |
| 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... | 95 |

| | |
|--|------------|
| 6.1 ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ | 96 |
| 6.1.1 Производственная санитария..... | 96 |
| 6.1.1.1 Электромагнитное излучение..... | 96 |
| 6.1.1.2 Микроклимат | 97 |
| 6.1.1.3 Освещенность рабочей зоны..... | 98 |
| 6.1.1.4 Уровень шума | 99 |
| 6.1.1.5 Психофизические факторы..... | 100 |
| 6.2 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ | 101 |
| 6.2.1 Электробезопасность..... | 102 |
| 6.2.3 Региональная безопасность..... | 103 |
| 6.2.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности..... | 103 |
| 6.3 ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ..... | 105 |
| 6.4 ОСОБЕННОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ. | 106 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 108 |
| THE CONCLUSION | 109 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 110 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А – МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ..... | 112 |
| 1. СОСТАВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТРОЛЛЕРОВ LOGO!..... | 115 |
| СОСТАВ КОНТРОЛЛЕРОВ LOGO! | 115 |
| 2. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА..... | 116 |
| 3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ LOGO! SOFT COMFORT..... | 119 |
| 3.1 Пользовательский интерфейс среды LOGO! Soft Comfort | 119 |
| 3.2 Языки программирования, использующиеся в LOGO! Soft Comfort..... | 122 |
| 3.3 Основные и специальные функции, используемые при программировании..... | 124 |
| 3.4 Порядок разработки и отладки программ | 127 |
| 4 ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ | 140 |
| 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ..... | 142 |
| 6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА | 151 |
| 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ..... | 152 |

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологических процессов в различных отраслях народного хозяйства является одним из основных направлений повышения эффективности и производительности общественного труда. В решении этой проблемы наряду с созданием высокоэффективного технологического оборудования ключевая роль принадлежит АСУ ТП, обеспечивающим автоматическое и автоматизированное управление отдельными объектами, технологическими процессами и производствами.

Современные АСУ ТП строятся на базе промышленных микропроцессорных контроллеров. При этом контроллеры фирмы Siemens являются одними из популярных. Можно выделить несколько типов контроллеров Siemens, среди которых программируемые промышленные контроллеры Siemens Simatic S7-200, Siemens Simatic S7-300, Siemens Simatic S7-400 и LOGO! Siemens. [1, 2]

Контроллер LOGO! Siemens - это универсальный недорогостоящий логический модуль для локальной автоматизации. Являясь по своей сути интеллектуальным реле, LOGO! Siemens предоставляет широкий спектр возможностей по применению. LOGO! Siemens программируется с помощью языков FBD или LAD с использованием программного пакета LOGO! Soft Comfort и компьютера или напрямую с клавиатуры контроллера.

В рамках данной работы было разработано программно-методическое обеспечение для изучения контроллера LOGO! Siemens.

1 НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА LOGO

1.1 Контроллеры производства Siemens

Компания Siemens выпускает большое количество разновидностей контроллеров, которые находят свое применение в промышленных компьютерах. Это логические микроконтроллеры LOGO, программируемые контроллеры SIMATIC S7-200, SIMATIC S7-300 и SIMATIC S7-400.

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-200 представлены на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Контроллеры SIMATIC S7-200

Программируемые логические контроллеры семейства SIMATIC S7-200 предназначены для решения относительно простых задач автоматизации.

Основные особенности контроллера:

- простота монтажа, программирования и обслуживания;
- решение как простых, так и комплексных задач автоматизации;
- возможность применения в виде автономных систем или в качестве интеллектуальных ведомых устройств систем распределенного ввода-вывода;
- возможность использования в сферах, где применение контроллеров раньше считалось экономически нецелесообразным.

- работа в реальном масштабе времени и мощные коммуникационные возможности (PPI, MPI, Industrial Ethernet, PROFIBUS-DP, AS интерфейс, модемная связь);

- компактные размеры, возможность установки в ограниченных объемах. [2]

Область применения

Микроконтроллеры SIMATIC S7-200 предназначены для решения задач управления и регулирования в небольших системах автоматизации. При этом, SIMATIC S7-200 позволяют создавать как автономные системы управления, так и системы управления, работающие в общей информационной сети. Область применения контроллеров SIMATIC S7-200 исключительно широка и простирается от простейших задач автоматизации, для решения которых в прошлом использовались простые реле и контакторы, до задач комплексной автоматизации. SIMATIC S7-200 все более интенсивно используется при создании таких систем управления, для которых в прошлом из соображений экономии необходимо было разрабатывать специальные электронные модули.

Примеры областей применения:

- управление пакетировочными прессами;
- системы очистки;
- управление деревообрабатывающими станками;
- управление автоматическими воротами;
- управление лифтами и подъемниками;
- управление конвейерными линиями;
- пищевая промышленность;
- системы удаленного контроля.

Модификации контроллеров

Контроллеры выпускаются в виде двух семейств:

SIMATIC S7-200: программируемые контроллеры стандартного исполнения для общепромышленного применения;

SIPLUS S7-200: функциональные аналоги SIMATIC S7-200 для более жестких условий эксплуатации. Диапазон рабочих температур от минус 20 до плюс 70 °С, более высокая стойкость к вибрационным и ударным нагрузкам.[2]

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-300 представлены на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 - Контроллер SIMATIC S7-300

Модульный программируемый контроллер SIMATIC S7-300 в линейке контроллеров этого семейства по своей производительности занимает промежуточное положение между семействами S7-200 и S7-400. Управление как отдельными установками, так и целыми технологическими линиями и комплексами АСУТП. Возможность работы в централизованной и распределенной структуре управления с широкими коммуникационными возможностями.

Модульная структура контроллеров, простота реализации на их основе децентрализованных систем управления, дружественный пользовательский интерфейс и возможность эксплуатации без принудительного охлаждения, превращают устройства семейства SIMATIC S7-300 в привлекательное

средство решения самых разных задач автоматизации среднего производственного уровня.

SIMATIC S7-300 - программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности.

Основные особенности контроллера:

- модульная конструкция, монтаж модулей на профильной шине (рельсе);
- естественное охлаждение;
- применение локального и распределенного ввода - вывода;
- возможности коммуникаций по сетям MPI, Profibus Industrial Ethernet/PROFINet, AS-i, BACnet, MODBUS TCP;
- поддержка на уровне операционной системы функций, обеспечивающих работу в реальном времени;
- поддержка на уровне операционной системы аппаратных прерываний;
- поддержка на уровне операционной системы обработки аппаратных и программных ошибок;
- свободное наращивание возможностей при модернизации системы;
- возможность использования распределенных структур ввода-вывода и простое включение в различные типы промышленных сетей.

Области применения SIMATIC S7-300/ S7-300C охватывают:

- автоматизацию машин специального назначения;
- автоматизацию текстильных машин;
- автоматизацию упаковочных машин;
- автоматизацию машиностроительного оборудования;
- автоматизацию оборудования для производства технических средств управления и электротехнической аппаратуры;

- построение систем автоматического регулирования и позиционирования;

- автоматизированные измерительные установки и другие.

Модификации контроллеров:

SIMATIC S7-300 - модульный программируемый контроллер для решения задач автоматизации различного уровня сложности.

SIMATIC S7-300C - готовые решения для некоторых типовых задач автоматизации на базе испытанной технологии S7-300 при сохранении возможности расширения модулями S7-300. Поддержка функций скоростного счета, ПИД-регулирования и позиционирования на уровне операционной системы центрального процессора.

SIMATIC S7-300T - с интегрированными технологическими функциями для задач управления перемещением.

SIMATIC S7-300F - программируемый контроллер для построения распределённых систем автоматики повышенной безопасности.

SIPLUS S7-300 - программируемый контроллер для эксплуатации в тяжёлых условиях (Расширенный диапазон рабочих температур (от минус 25 до плюс 60 °С), более высокая стойкость к вибрационным и ударным нагрузкам, работа в средах, содержащих агрессивные примеси и газы).[2]

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-400 представлены на рисунке 1.3.

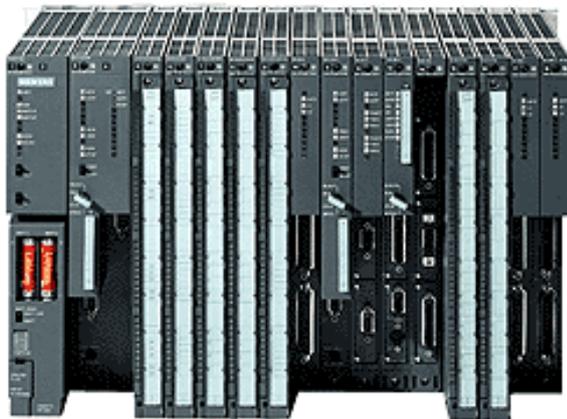


Рисунок 1.3 - Контроллер SIMATIC S7-400

Модульные контроллеры SIMATIC S7-400 предназначены для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности. Наличие большого перечня модулей (носителей, центральных процессоров, коммуникационных процессоров, функциональных модулей, сигнальных модулей) позволяет выбрать оптимальную по показателю производительность.

SIMATIC S7-400 является универсальным контроллером. Он отвечает самым жестким требованиям промышленных стандартов, обладает высокой степенью электромагнитной совместимости, высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам. Установка и замена модулей контроллера может производиться без отключения питания ("горячая замена").

Контроллеры S7-400 могут применяться практически во всех отраслях промышленности. Для программирования применяется полнофункциональный язык программирования STEP7 и дополнительные инженеринговые пакеты.

Основные особенности контроллера:

- модульная конструкция, монтаж модулей на профильной шине (рельсе);
- естественное охлаждение;
- применение локального и распределенного ввода-вывода;
- возможности коммуникаций по сетям MPI, Profibus, Industrial Ethernet / PROFINet, AS-i, BACnet, Modbus TCP;
- поддержка на уровне операционной системы функций, обеспечивающих работу в реальном времени;
- поддержка на уровне операционной системы аппаратных прерываний;
- поддержка на уровне операционной системы обработки аппаратных и программных ошибок;

- свободное наращивание возможностей при модернизации системы;

- возможность использования распределенных структур ввода-вывода и простое включение в различные типы промышленных сетей.

Основными областями применения SIMATIC S7-400 являются:

- машиностроение;
- автомобильная промышленность;
- складское хозяйство;
- технологические установки;
- системы измерения и сбора данных;
- текстильная промышленность;
- упаковочные машины и линии;
- производство контроллеров;
- автоматизация машин специального назначения.[1, 2]

Промышленный программируемый контроллер LOGO! Siemens

Логические модули LOGO! - это логические модули для локальной автоматизации. Контроллер позволит оперативно запрограммировать логику оборудования или изменить параметры ее работы, заменив множество реле и коммутационной аппаратуры.[1, 4]

1.2 Назначение и состав комплекса LOGO!

Универсальные логические модули LOGO! являются компактными функционально законченными изделиями, предназначенными для построения наиболее простых программируемых устройств автоматического управления:

- компактное, комфортабельное, экономичное и универсальное решение для построения наиболее простых устройств автоматического управления;
- простота обслуживания, удобное и простое программирование;

- «все в одном»: интегрированный дисплей и клавиатура, программируемая логика, библиотеки встроенных функций, входы и выходы;
- до 200 функций на программу;
- программирование с встроенной клавиатуры без использования программатора и специального программного обеспечения (только в siemens logo Basic);
- поддержка кириллицы, формирование сообщений на русском языке;
- дистанционное программирование и диагностика с использованием программного обеспечения LOGO! SoftComfort.[4,5].

Свободное программирование и возможность адаптации аппаратуры к требованиям решаемой задачи обеспечивает широкую универсальность модулей LOGO! и позволяет использовать их:

- для управления электрическим внутренним освещением, освещением витрин и мостов, дверями, воротами, тентами;
- для управления технологическим оборудованием (вентиляторами, насосами, компрессорами, небольшими холодильными машинами и прессами);
- для управления автоматическим включением резерва на насосных станциях и в распределительных устройствах;
- для управления поливом в оранжереях;
- в судовых и транспортных системах;
- в системах управления дорожным движением;
- в конвейерных системах;
- в системах контроля доступа;
- для управления подъемниками и т.д.

Состав контроллеров LOGO! Siemens

LOGO! включает в себя:

- устройство управления;

- панель управления и индикации с фоновой подсветкой;
- блок питания;
- интерфейс для модулей расширения;
- интерфейс для программного модуля (платы) и кабеля РС;
- готовые стандартные функции, часто используемые на практике, например, функции задержки включения и выключения, импульсное реле и программный выключатель;
 - часовой выключатель;
 - цифровые и аналоговые флаги;
 - входы и выходы в соответствии с типом устройства.[4, 5]

1.3 Технические характеристики комплекса LOGO!

Серия продуктов LOGO! объединяет в своем составе следующие типы логических модулей: LOGO! Basic и LOGO! Pure, модули ввода-вывода дискретных сигналов DM8 (4 входа, 4 выхода) и DM16 (8 входов, 8 выходов), модули ввода и вывода аналоговых сигналов AM2 (2 входа) и AM AQ (2 выхода), коммуникационные модули, модули бесшумной коммутации трехфазных цепей переменного тока LOGO! Contact, блоки питания LOGO! Power.[6]

Логический модуль Logo! Basic - базисный модуль:

Базисный модуль контроллера LOGO! представлен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 - Базисный модуль контроллера LOGO!

- 8 дискретных входов, 4 дискретных выхода;
- 39 встроенных функции, сгруппированные в библиотеки логических (GF) и специальных (SF) функций. Объем программы до 200 программных блоков;
- 24 внутренних флага;
- встроенный календарь и часы (кроме LOGO! 24);
- встроенный жидкокристаллический дисплей с поддержкой кириллицы и клавиатура;
- интерфейс для установки модуля памяти или подключения кабеля ПК для программирования с компьютера;
- интерфейс для подключения панели TD LOGO! или соединительного кабеля для аналогового модема;
- интерфейс расширения: до 24 дискретных входов, 8 аналоговых входов, 16 дискретных выходов, 2 аналоговых выхода;
- технические данные представлены таблице 1.1:

Таблица 1.1 - технические данные базисного модуля

| | LOGO! 24 | LOGO! 12/24RC | LOGO! 24RC | LOGO! 230RC |
|---|-----------------|--------------------------|-------------------|------------------------|
| Источник | | | | |
| 12 В (постоянный ток) | – | есть | – | – |
| 24 В (постоянный ток) | есть | есть | есть | – |
| 115 В (постоянный ток) | – | – | – | есть |
| 240 В (постоянный ток) | – | – | – | есть |
| допустимый диапазон (постоянный ток), В | от 20,4 до 28,8 | от 10,8 до 28,8 | от 20,4 до 28,8 | от 100 до 253 |
| 24В переменного тока | – | – | есть | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | есть |
| 240В переменного тока | – | – | – | есть |

Продолжение таблицы 1.1

| | LOGO! 24 | LOGO! 12/24RC | LOGO! 24RC | LOGO! 230RC |
|---|---|---|--------------------|----------------|
| Потребление тока (мА) при | | | | |
| допустимый диапазон (переменный ток), В | – | от 10,8 до 28,8 | от 20,4 до 26,4 | от 85 до 265 |
| допустимая частота напряжения питания, Гц | – | – | от 47 до 63 | от 47 до 63 |
| 24В переменного тока | – | – | от 45 до 130 | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | от 15 до 40 |
| 240В переменного тока | – | – | – | от 15 до 25 |
| 12В постоянного тока | – | от 60 до 175 | – | – |
| 24В постоянного тока | от 40 до 75 | от 40 до 100 | от 45 до 100 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | – | от 10 до 25 |
| 240В постоянного тока | – | – | – | от 6 до 15 |
| Потребление мощности (Вт) при | | | | |
| 24В переменного тока | – | от 0,7 до 2,1 | от 1,1 до 3,1 | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | от 1,7 до 4,6 |
| 240В переменного тока | – | – | – | от 3,6 до 6,0 |
| 12В постоянного тока | – | – | – | – |
| 24В постоянного тока | от 1,0 до 1,8 | от 1,0 до 2,4 | от 1,0 до 2,4 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | – | от 1,1 до 2,9 |
| 240В постоянного тока | – | – | – | от 1,4 до 3,6 |
| Время | | | | |
| резервирование часов реального времени при 25 °С, ч | – | тип. 80 | тип. 80 | тип. 80 |
| Цифровые входы | | | | |
| число цифровых входов | 8, 4 из них могут быть аналоговым | 8, 4 из них могут быть аналоговым | 8 | 8 |

Продолжение таблицы 1.1

| | LOGO! 24 | LOGO! 12/24RC | LOGO! 24RC | LOGO! 230RC |
|---|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Цифровые выходы | | | | |
| число цифровых выходов | 4 транзисторных | 4 релейных | 4 релейных | 4 релейных |
| защита от короткого замыкания выхода | есть; электрическая (1 А) | нет; необходимо внешнее сливание | нет; необходимо внешнее сливание | нет; необходимо внешнее сливание |
| Релейные выходы | | | | |
| • с индуктивной нагрузкой, максимум, А | – | 3 | 3 | 3 |
| • с резистивной нагрузкой, максимум, А | 0,3 | 10 | 10 | 10 |
| EMC (излучение радиопомехи) по EN 55 011 (класс Б) | есть | есть | есть | есть |
| уровень защиты | IP 20 | IP 20 | IP 20 | IP 20 |
| Требования к окружающей среде | | | | |
| температура работы | | | | |
| • минимум, °С | 0 | 0 | 0 | 0 |
| • максимум, °С | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Масса и габариты | | | | |
| монтаж | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN |
| масса, г | 190 | 190 | 190 | 190 |
| габариты, мм | 72 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 |

Маркировка модулей содержит в своем составе логотип LOGO!, за которым следуют буквенно-цифровые обозначения, характеризующие конструктивные особенности данной модели:

- 12/24, 24, 230: напряжение питания модуля;
- R: релейные выходы;
- C: часы реального времени и календарь;
- o: модели LOGO! Pure без дисплея и клавиатуры.

Модули LOGO! Basic оснащены встроенным дисплеем и клавиатурой. Они могут использоваться как на этапе программирования модуля, так и на

этапе эксплуатации готового устройства. Встроенный дисплей позволяет отображать до 4 строк буквенно-цифровой информации с 12 символами на строку и управлением подсветкой дисплея из программы модуля. Меню и текстовые сообщения могут отображаться на английском, голландском, испанском, итальянском, китайском, немецком, русском, турецком, французском и японском языках.

В процессе эксплуатации на экран дисплея выводятся простейшие оперативные сообщения, которые можно использовать для модификации параметров настройки с помощью встроенной клавиатуры модуля.[6, 7]

Логический модуль LOGO! Pure:

Модуль Pure контроллера LOGO! представлен на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 - Модуль Pure контроллера LOGO!

- базисная экономическая версия (без ЖКЭ);
- интерфейс для расширительных модулей;
- возможно дополнить до 24 цифровых входов, 16 цифровых выходов, 8 аналоговых входов и 2 аналоговых выходов;
- технические данные представлены на таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические данные модуля Pure

| | LOGO! 240 | LOGO! 12/24RC0 | LOGO! 24RC0 | LOGO! 230RC0 |
|---|------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| Источник | | | | |
| 12 В (постоянный ток) | – | есть | – | – |
| 24 В (постоянный ток) | есть | есть | есть | – |
| 115 В (постоянный ток) | – | – | – | есть |
| 240 В (постоянный ток) | – | – | – | есть |
| допустимый диапазон (постоянный ток), В | от 20,4 до 28,8 | от 10,8 до 28,8 | от 20,4 до 28,8 | от 100 до 253 |
| 24В переменного тока | – | – | есть | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | есть |
| 240В переменного тока | – | – | – | есть |
| допустимый диапазон (переменный ток),В | – | от 10,8 до 28,8 | от 20,4 до 26,4 | от 85 до 265 |
| допустимая частота напряжения питания, Гц | – | – | от 47 до 63 | от 47 до 63 |
| Потребление тока (мА) при | | | | |
| 24В переменного тока | – | – | от 45 до 130 | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | от 15 до 40 |
| 240В переменного тока | – | – | – | от 15 до 25 |
| 12В постоянного тока | – | от 60 до 175 | – | – |
| 24В постоянного тока | от 40 до 75 | от 40 до 100 | от 45 до 100 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | – | от 10 до 25 |

Продолжение таблицы 1.2

| | LOGO! 24o | LOGO! 12/24RCo | LOGO! 24RCo | LOGO! 230RCo |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 240В постоянного тока | – | – | – | от 6 до 15 |
| Потребление мощности (Вт) при | | | | |
| 24В переменного тока | – | от 0,7 до 2,1 | от 1,1 до 3,1 | от 1,7 до 4,6 |
| 115В переменного тока | – | – | – | от 3,6 до 6,0 |
| 240В переменного тока | – | – | – | – |
| 12В постоянного тока | – | – | – | – |
| 24В постоянного тока | от 1,0 до 1,8 | от 1,0 до 2,4 | от 1,0 до 2,4 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | – | от 1,1 до 2,9 |
| 240В постоянного тока | – | – | – | от 1,4 до 3,6 |
| Время | | | | |
| резервирование часов реального времени при 25 °С, ч | – | тип. 80 | тип. 80 | тип. 80 |
| Цифровые входы | | | | |
| число цифровых входов | 8, 4 из них могут быть аналоговым | 8, 4 из них могут быть аналоговым | 8 | 8 |
| Цифровые выходы | | | | |
| число цифровых выходов | 4 транзисторных | 4 релейных | 4 релейных | 4 релейных |
| защита от короткого замыкания выхода | есть; электрическая (1 А) | нет; необходимо внешнее сливание | нет; необходимо внешнее сливание | нет; необходимо внешнее сливание |
| Релейные выходы | | | | |
| • с индуктивной нагрузкой, максимум, А | – | 3 | 3 | 3 |

Продолжение таблицы 1.2

| | LOGO! 24o | LOGO! 12/24RCo | LOGO! 24RCo | LOGO! 230RCo |
|---|------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| • с резистивной нагрузкой, максимум, А | 0,3 | 10 | 10 | 10 |
| EMC (излучение радиопомехи) По EN 55 011 (класс Б) | – | есть | есть | есть |
| уровень защиты | IP 20 | IP 20 | IP 20 | IP 20 |
| Требования к окружающей среде | | | | |
| температура работы | | | | |
| • минимум, °С | 0 | 0 | 0 | 0 |
| • максимум, °С | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Масса и габариты | | | | |
| монтаж | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN |
| масса, г | 190 | 190 | 190 | 190 |
| габариты, мм | 72 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 | 72 x 90 x 55 |

Программирование таких модулей производится либо с компьютера, оснащенного ПО LOGO!Soft Comfort, либо установкой заранее запрограммированного модуля памяти. Все встроенные входы модулей могут использоваться для ввода дискретных сигналов. Напряжение питания входных цепей соответствует напряжению питания модуля. В моделях номинала питания 12/24В DC 4 из 8 входов имеют универсальное назначение, они могут использоваться для ввода дискретных сигналов или аналоговых сигналов 0...10В. Остальные 4 входа могут использоваться для регистрации быстрых импульсов до 5 кГц. Различные модели модулей LOGO! имеют транзисторные или релейные выходы. Транзисторные выходы способны коммутировать токи до 0,3А в цепях напряжением =24В и оснащены электронной защитой от короткого замыкания. Релейные выходы способны коммутировать токи до 10А (активная нагрузка) или до 3А (индуктивная нагрузка) в цепях напряжением =12/24В, ~24В или ~/= 115/240В.[6, 7]

Дискретные модули расширения LOGO! DM8 и LOGO! DM16

Модуль расширения контроллера LOGO! DM представлен на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 - Модуль расширения контроллера LOGO! DM

- модули расширения предназначены для соединения с LOGO!;
- имеют цифровые входы и выходы, аналоговые входы или выходы;
- технические данные представлены на таблицах 1.3,1.4.

Таблица 1.3 – Технические данные модуля расширения LOGO! DM

| | LOGO! DM8 24 | LOGO! DM8 24R | LOGO! DM8 12/24R | LOGO! DM8 230R |
|--|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Источник | | | | |
| 12В (постоянный ток) | — | — | есть | — |
| 24 В (постоянный ток) | есть | есть | есть | — |
| 115 В (постоянный ток) | — | — | — | есть |
| 240 В (постоянный ток) | — | — | — | есть |
| допустимый диапазон (постоянный ток), В | от 20,4 до 28,8 | от 10,8 до 28,8 | от 10,8 до 28,8 | от 100 до 253 |
| 24 В (переменный ток) | — | есть | — | — |
| 115 В (переменный ток) | — | — | — | есть |

Продолжение таблицы 1.3

| | LOGO! DM8 24 | LOGO! DM8 24R | LOGO! DM8 12/24R | LOGO! DM8 230R |
|--|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 240 В (переменный ток) допустимый диапазон (переменный ток), В | – | – от 20.4 до 26,4 | – | есть от 85 до 265 |
| частота переменного тока, Гц | – | от 47 до 63 | – | от 47 до 63 |
| Потребление тока (мА) | | | | |
| 24В переменного тока | от 30 до 45 | от 40 до 110 | – | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | от 10 до 30 |
| 240В переменного тока | – | – | – | от 10 до 20 |
| 12В постоянного тока | – | – | от 30 до 140 | – |
| 24В постоянного тока | – | от 20 до 75 | от 20 до 75 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | – | от 5 до 15 |
| 240В постоянного тока | – | – | – | от 5 до 10 |
| Потребление мощности (Вт) при | | | | |
| 24В переменного тока | от 0,8 до 1,1 | от 0,9 до 2,7 | – | – |
| 115В переменного тока | – | – | – | от 1,1 до 3,5 |
| 240В переменного тока | – | – | – | от 2,4 до 4,8 |
| 12В постоянного тока | – | – | от 0,3 до 1,7 | – |
| 24В постоянного тока | – | от 0,4 до 1,8 | от 0,4 до 1,8 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | – | от 0,5 до 1,8 |
| 240В постоянного тока | – | – | – | от 1,2 до 2,4 |
| Цифровые входы | | | | |
| число цифровых входов | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Цифровые выходы | | | | |
| число цифровых выходов | 4 | 4 релейных | 4 релейных | 4 релейных |

Продолжение таблицы 1.3

| | LOGO! DM8 24 | LOGO! DM8 24R | LOGO! DM8 12/24R | LOGO! DM8 230R |
|---|---------------------------------|---|---|---|
| защита от короткого замыкания выходов | есть; электрическая (1 А) | нет; необходимо внешнее сливание | нет; необходимо внешнее сливание | нет; необходимо внешнее сливание |
| Релейные выходы | | | | |
| • с индуктивной нагрузкой, максимум, А | – | 3 | 3 | 3 |
| • с резистивной нагрузкой, максимум, А | – | 5 | 5 | 5 |
| • тепловой непрерывный ток, А | 0,3 | – | – | – |
| EMC (излучение радиопомехи) по EN 55 011 (класс Б) | есть | есть | есть | есть |
| уровень защиты | IP 20 | IP 20 | IP 20 | IP 20 |
| Требования к окружающей Среде | | | | |
| температура работы | | | | |
| • минимум, °С | 0 | 0 | 0 | 0 |
| • максимум, °С | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Габариты | | | | |
| Монтаж | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN |
| Габариты, мм | 36 x 90 x 53 | 36 x 90 x 53 | 36 x 90 x 53 | 36 x 90 x 53 |

Таблица 1.4 - Технические данные модуля расширения LOGO! DM

| | LOGO! DM16 24 | LOGO! DM16 24R | LOGO! DM16 230R |
|------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| Источник | | | |
| 24 В (постоянный ток) | есть | есть | – |
| 115 В (постоянный ток) | – | – | есть |
| 230 В (постоянный ток) | – | – | есть |

Продолжение таблицы 1.4

| | LOGO! DM16 24 | LOGO! DM16 24R | LOGO! DM16 230R |
|---|---------------------------|----------------------------------|------------------------|
| допустимый диапазон (постоянный ток), В | от 20,4 до 28,8 | от 20,4 до 28,8 | от 100 до 253 |
| 24 В (переменный ток) | – | есть | – |
| 115 В (переменный ток) | – | – | есть |
| 230 В (переменный ток) | – | – | есть |
| допустимый диапазон (переменный ток), В | – | от 20,4 до 26,4 | от 85 до 265 |
| частота переменного тока, Гц | – | от 47 до 63 | от 47 до 63 |
| Потребление тока (мА) | | | |
| 115В переменного тока | – | – | от 10 до 60 |
| 230В переменного тока | – | – | от 10 до 40 |
| 24В постоянного тока | от 30 до 45 | от 30 до 90 | |
| 115В постоянного тока | – | – | от 5 до 25 |
| 230В постоянного тока | – | – | от 5 до 20 |
| Потребление мощности (Вт) при | | | |
| 115В переменного тока | – | – | от 1,1 до 4,5 |
| 230В переменного тока | – | – | от 2,4 до 5,5 |
| 24В постоянного тока | от 0,8 до 1,7 | от 0,7 до 2,5 | – |
| 115В постоянного тока | – | – | от 0,6 до 2,9 |
| 230В постоянного тока | – | – | от 1,2 до 4,8 |
| Цифровые входы | | | |
| число цифровых входов | 8 | 8 | 8 |
| Цифровые выходы | | | |
| число цифровых выходов | 8 | 8 релейных | 8 релейных |
| защита от короткого замыкания выходов | есть; электрическая (1 А) | нет; необходимо внешнее сливание | – |
| Релейные выходы | | | |
| • с индуктивной нагрузки, максимум, А | – | 3 | 3 |

Продолжение таблицы 1.4

| | LOGO! DM16 24 | LOGO! DM16 24R | LOGO! DM16 230R |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • с резистивной нагрузкой, максимум, А • тепловой непрерывный ток, А | – 0,3 | 5 – | 5 – |
| EMC (излучение радиопомехи) по EN 55 011 (класс Б) | Есть | есть | есть |
| уровень защиты | IP 20 | IP 20 | IP 20 |
| Требования к окружающей среде | | | |
| температура работы | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • минимум, °С • максимум, °С | 0 55 | 0 55 | 0 55 |
| Масса и габариты | | | |
| Монтаж габариты, мм | рельс 35мм DIN 72 x 90 x 53 | рельс 35мм DIN 72 x 90 x 53 | рельс 35мм DIN 72 x 90 x 53 |

DM позволяют увеличивать количество дискретных входов и выходов, обслуживаемых одним логическим модулем LOGO!. Общее количество подключаемых модулей LOGO! *DM* ограничивается максимальной конфигурацией логического модуля: 24 дискретных входа, 16 дискретных выходов.

Модули ввода-вывода дискретных сигналов имеют два исполнения:

- *LOGO! DM8* с 4 дискретными входами и 4 дискретными выходами;
- *LOGO! DM16* с 8 дискретными входами и 8 дискретными выходами.

Релейные выходы модулей при активной нагрузке способны коммутировать токи до 5 А. Внутренняя шина модулей *DM8/DM16* может быть подключена только к модулю с таким же уровнем напряжения питания.[6, 7]

Аналоговые модули расширения LOGO! AM2, LOGO! AM2 PT100 и LOGO! AM2 AQ

Модуль расширения контроллера LOGO! AM представлен на рисунке 1.7.



Рисунок 1.7 - Модуль расширения контроллера LOGO! AM

- модули расширения предназначены для соединения с LOGO!;
- имеют цифровые входы и выходы, аналоговые входы или выходы;
- технические данные представлены таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические данные модуля расширения LOGO! AM

| | LOGO! AM2 | LOGO! AM2 PT 100 | LOGO! AM2 AQ |
|-----------------------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Источник | | | |
| 12 В (постоянный ток) | есть | есть | – |
| 24 В (постоянный ток) | есть | есть | есть |
| Потребляемый ток (мА) | | | |
| 12 В (постоянный ток) | от 25 до 50 | от 25 до 50 | – |
| 24 В (постоянный ток) | от 25 до 50 | от 25 до 50 | от 35 до 90 |
| Потребляемая мощность (Вт) | | | |
| 12 В (постоянный ток) | от 0,3 до 0,6 | от 0,3 до 0,6 | – |
| 24 В (постоянный ток) | от 0,6 до 1,2 | от 0,6 до 1,2 | от 0,9 до 2,2 |
| Аналоговые входы | | | |
| количество входов | 2 | 2 | – |

Продолжение таблицы 1.5

| | LOGO! AM2 | LOGO! AM2 PT 100 | LOGO! AM2 AQ |
|---|------------------|-----------------------------|--|
| диапазон входного напряжения, В | от 10,8 до 28,8 | от 10,8 до 28,8 | от 20,4 до 28,8 |
| диапазон сопротивления термометра | – | 100 Pt | – |
| Аналоговые выходы | | | |
| количество выходов | – | – | 2 |
| диапазон выходного напряжения | – | – | от 0 до 10 В, от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА |
| EMC (излучение радиопомехи) по EN 55 011 (класс Б) | есть | есть | есть |
| уровень защиты | IP 20 | IP 20 | IP 20 |
| Требования к окружающей среде | | | |
| температура работы | | | |
| • минимум, °С | 0 | 0 | 0 |
| • максимум, °С | 55 | 55 | 55 |
| Габариты | | | |
| монтаж | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN | рельс 35мм DIN |
| габариты | 36 x 90 x 55 | 36 x 90 x 55 | 36 x 90 x 55 |

Модули LOGO! AM2/AM2 PT100/ AM2 AQ позволяют увеличивать количество аналоговых входов и выходов, обслуживаемых одним логическим модулем LOGO! Модули LOGO! AM2 и AM2 PT100 оснащены 2 аналоговыми входами, модуль LOGO! AM2 AQ двумя аналоговыми выходами. Общее количество подключаемых аналоговых модулей ограничивается максимальной конфигурацией логического модуля: 8 аналоговых входов и 2 аналоговых выхода.

Модули аналоговых сигналов имеют гальваническую развязку и потому могут быть подключены к LOGO! любых перечисленных номиналов напряжения питания и работают с сигналами 0...10 В, 0...20 мА и 4...20 мА, а также сигналами термопар PT100 с измерением от -50 до +200 °С.

Модуль LOGO! AM2 предназначен для измерения сигналов напряжения 0...10 В или силы тока 0...20 мА.

Модуль LOGO! AM2 PT100 - для измерения температуры с помощью датчиков Pt100.

С помощью модуля LOGO! AM2 AQ могут формироваться выходные аналоговые сигналы 0...10 В, 0 ...20 мА или 4 ... 20 мА.[6, 7]

Коммуникационные модули расширения LOGO! CM, LOGO! CM EIB/KNX и LOGO! CM LON

Коммуникационный модуль контроллера LOGO! CM представлен на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 - Коммуникационный модуль контроллера LOGO! CM

Коммуникационные модули позволяют производить подключение логических модулей к сетям AS-Interface, EIB и LON. В сети AS-Interface модули LOGO! способны выполнять функции интеллектуальных ведомых устройств, в сетях EIB и LON - функции ведущих устройств. Коммуникационные модули рекомендуется устанавливать последними в линейке расширения. По внутренней шине они могут подключаться к модулям с любым напряжением питания.

LOGO! CM выполняет функции ведомого устройства AS-Interface и поддерживает 4 виртуальных дискретных входа и 4 виртуальных дискретных выхода. Он и способен передавать информацию о состоянии 4 дискретных входов LOGO! ведущему устройству AS-Interface, а также принимать от него 4 управляющих дискретных сигнала.

Ведущее устройство AS-Interface опрашивает виртуальные входы модуля LOGO! CM и передает управляющие воздействия на виртуальные выходы. Опрос реально существующих входов и управление реально существующими выходами осуществляет логический модуль LOGO! При этом в программе модуля LOGO! используются как реально существующие, так и виртуальные входы и выходы.

Применение модулей LOGO! CM позволяет организовать согласованное функционирование нескольких модулей LOGO!, использовать входные сигналы одних модулей LOGO! для управления выходами другого модуля, использовать в работе модуля LOGO! сигналы, формируемые датчиками AS-Interface и т.д. При этом логические модули LOGO! могут быть разнесены на расстояние до 600 м, а функции согласования их работы выполняет ведущее устройство AS-Interface.

Коммуникационный модуль LOGO! CM EIB/KNX позволяет производить подключение логических модулей LOGO! к сети KNX, используемой для автоматизации зданий. В сети KNX модуль LOGO! CM EIB/KNX выполняет функции ведущего устройства и позволяет опрашивать до 16 дискретных и до 8 аналоговых KNX датчиков, а также управлять работой до 12 дискретных и до 2 аналоговых KNX исполнительных устройств.

Сигналы KNX датчиков обрабатываются программой логического модуля. Формируемые управляющие воздействия выдаются на KNX исполнительные устройства.

Коммуникационный модуль LOGO! CM LON позволяет производить подключение логических модулей LOGO! к сети LON Works, используемой для автоматизации зданий. В сети LON Works модуль LOGO! CM LON

выполняет функции ведущего устройства и позволяет опрашивать до 16 дискретных и до 8 аналоговых датчиков LON, а также управлять работой до 12 дискретных устройств LON.

Сигналы датчиков LON обрабатываются программой логического модуля. Формируемые управляющие воздействия выдаются на исполнительные устройства LON.[6, 7]

Технические данные коммуникационного модуля представлены на таблице 1.6.

Таблица 1.6 - технические данные коммуникационного модуля

| | CM EIB/KNX |
|--|--|
| Источник напряжения | 24 В (переменный/постоянный ток) |
| Входы (максимум) | 16 цифровых входов/12 цифровых входов /8 аналоговых входов/2 аналоговых входа. |
| Выходы (максимум) | 16 цифровые |
| Непрерывный ток | 25 мА |
| Защита от короткого замыкания | Необходима защита внешнего сливания |
| Переключатели интегральные по времени/ запас энергии | - |
| Температура окружающей среды | от 0 до 55 °С |
| Спецификация показателя надежности | EN 55 011 (класс В) |
| Уровень защиты | IP 20 |
| Монтаж | рельс 35мм DIN |

Модули питания LOGO! Power:

Модуль питания контроллера LOGO! представлен на рисунке 1.9.



Рисунок 1.9 – Модуль питания контроллера LOGO!

Стабилизированные блоки питания LOGO! Power предназначены для питания логических модулей LOGO!, их входных и выходных цепей, а также любых других нагрузок. Они обеспечивают стабильность выходного напряжения, защиту нагрузки от коротких замыканий, могут использоваться как в промышленных, так и в офисных условиях. В зависимости от типа блока питания выходное напряжение может составлять 12 или 24В постоянного тока. Блоки питания с выходным напряжением =12В имеют две модификации, рассчитанные на мощность 30 и 60 Вт. Блоки питания с выходным напряжением =24В имеют три модификации, рассчитанные на мощность 30, 60 и 90 Вт. Во всех блоках питания существует возможность регулировки уровня выходного напряжения. Для увеличения нагрузочной способности допускается параллельное включение двух блоков питания, выходные напряжения которых отличаются друг от друга не более чем на 0.2%. [4, 6, 7]

2 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА И ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Лабораторный комплекс работает на базе контроллера LOGO! с базисным модулем LOGO! 230RC и модулем расширения DM16 230R. Состав комплекса: Контроллер LOGO!, датчики уровней РОС 301, насосы и ёмкости, пульт управления и обзора.

2.1 Контроллер LOGO!

Базисный модуль LOGO! 230RC представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Базисный модуль LOGO! 230RC

- 115/230 В постоянного/переменного источника;
- 8 цифровых входов 115/230 В постоянного/переменного напряжения, 4 релейных выхода 10 А;
- Максимально 130 функциональных блоков могут быть соединено.

Модуль расширения DM16 230R представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 - Модуль расширения DM16 230R

- 115/230 В постоянного/переменного источника;
- 8 цифровых входов 115/230 В пост./пере. напряжения, 8 релейных выходов 5 А.

2.2 Датчики уровней РОС 301

Датчик уровней РОС 301 представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 - Датчик РОС 301

Датчик - реле уровня РОС 301 (датчик – реле) предназначен для использования в системах контроля и управления и обеспечивает выдачу трех дискретных сигналов в цепи сигнализации и управления при отклонении уровня в резервуарах за регламентные границы.[10]

Датчики - реле относятся к элементам управляющих систем безопасности (УСБ) и нормальной эксплуатации (УС НЭ), классам 3Н, 4Н по ПНАЭГ – 1 – 011 – 97.

Датчики - реле относятся к индикаторным устройствам и не подлежат метрологической аттестации и поверке.

Датчики - реле соответствуют климатическому исполнению УХЛ по ГОСТ 15150-69.

В состав датчика – реле входят:

- передающий преобразователь;
- три датчика.

Электрическая схема подключения датчика – реле РОС301 представлена на рисунке 2.4.

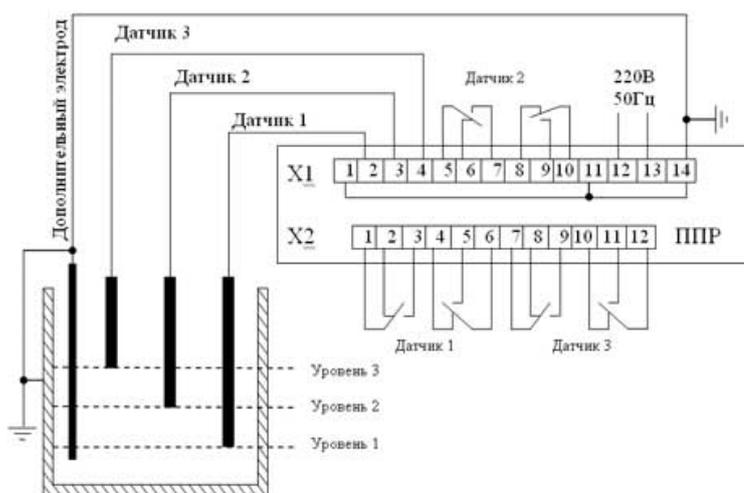


Рисунок 2.4 - Схема электрическая подключения датчика - реле РОС301

Технические характеристики

✓ Исполнения датчиков, параметры контролируемой среды, длина погружаемой части указаны в таблице 2.1 ниже.

Таблица 2.1 - Исполнения, параметры контролируемой среды, длина погружаемой части датчиков

| Исполнение датчика | Параметры контролируемой среды | | | Длина погружаемой части датчика, L, м |
|--------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | Температура, С | Рабочее давление, Ра | Удельная электрическая проводимость | |
| 1 (фторопласт) | 150 | 1,6 | Свыше 0,015 | 0,10 |
| 2 (полиэтилен) | 80 | 2,5 | | 0,25 |
| 6 (керамика) | 250 | 2,5 | | 0,60 |
| | | | | 1,00 |
| | | | | 1,60 |

✓ Параметры питания (номинальные значения):

напряжение переменного тока - 220 В;

– частота - 50 или 60 Гц.

✓ Допустимые отклонения от номинальных значений:

– по напряжению - (+10, -15)%;

– по частоте - $\pm 2\%$.

✓ Потребляемая мощность не более 12 В А.

✓ Напряжение переменного тока на электродах датчиков не более 6 В при токе до 50 мА частотой 50, 60 Гц.

- ✓ Нагрузка на контакты выходного реле (таблица 2.2):
 - ток от 0,005 до 2,5 А частотой 50, 60 Гц или постоянный;
 - напряжением от 5 до 250 В.

Таблица 2.2 - Нагрузка на контакты выходного реле

| Диапазон коммутации | | | Род тока | Вид нагрузки |
|---------------------|---------------|----------------|-------------------------|--|
| тока, А | напряжения, В | Мощность | | |
| 0,005 – 2,5 | 5 - 30 | 0,05 – 240 Вт | Постоянный | Активная |
| 0,005 – 1 | 30 - 55 | 0,05 – 50 Вт | Постоянный | Активная |
| 0,005 – 3 | 55 - 200 | 0,05 – 40 Вт | Постоянный | Активная |
| 0,005 – 2,5 | 5 - 250 эфф. | 0,05 – 2000 Вт | Переменный 50(60) Гц | Индуктивная $\text{Cos } \varphi > 0,3$ |

✓ Верхнее значение сопротивления срабатывания (сопротивление жидкости между электродом и корпусом датчика, при котором происходит срабатывание выходного реле) 5000 Ом.

- ✓ Температура окружающего воздуха:
 - для датчика от минус 50С до плюс 70С;
 - для передающего преобразователя от минус 30 до плюс 40С;
- ✓ Относительная влажность воздуха до 98% при температуре 35С.
- ✓ Датчики – реле устойчивы при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 1 – до 120 Гц с ускорением 1 g.
- ✓ Степень защиты оболочек IP54 по ГОСТ 14254 – 96.
- ✓ Масса:

- передающего преобразователя не более 1 кг;
- датчика – не более 0,65кг.
- ✓ Средний срок службы датчиков – реле 15 лет.
- ✓ По электромагнитной совместимости датчики – реле соответствуют IV группе исполнения, критерий качества функционирования В по ГОСТ Р 50746-2000.
- ✓ Датчики – реле устойчивы к дезактивирующим растворам по группе 2 ОТТ 08042462.

2.3 Насосы и ёмкости

Насосы и ёмкости представлены на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 - Насосы и ёмкости

Насосы работают при обеспечении постоянным напряжением 12В.

Сопротивление каждого из них : 8 Ом.

В лабораторном комплексе они связываются и с выходами Q5, Q6 расширительного модуля контроллера LOGO!, и с пультом управления и обзора.

2.4 Пульт управления и обзора

Пульт управления и обзора представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 - Пульт управления и обзора

На нем установлены 3 лампочки (сигнализаторы), 2 кнопки, и переключатель режимов.

Лампочки связываются с выходами Q1, Q2, Q3 базисного модуля контроллера. Их назначения зависит от программы, загруженной в контроллер.

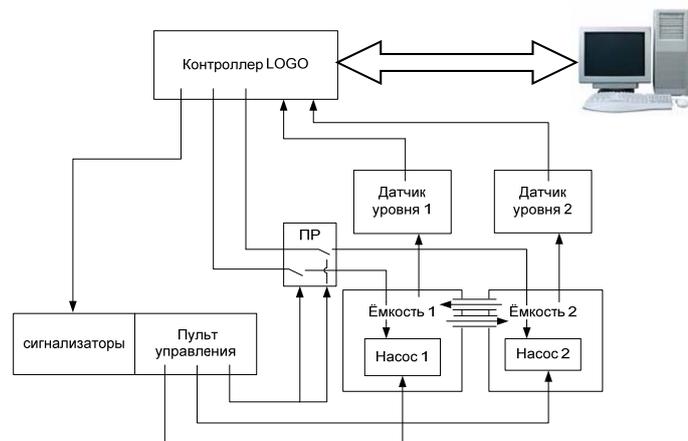
Переключатель режимов предназначен для переключения режимов (ручного, и автоматического) работы системы.

Кнопки имеют действия только при ручном режиме. Левая кнопка для запуска первого насоса, и правая - второго.

2.5 Структурная схема лабораторного комплекса и схема внешних соединений

Структурная схема лабораторного комплекса

Структурная схема комплекса представлена на рисунке 2.7.



ПР: переключатель режимов (он установлен на пульте управления).

Рисунок 2.7 - Структурная схема лабораторного комплекса

Принцип работы лабораторного комплекса

Через электроды в емкостях (3 в каждой) датчики передают дискретные сигналы в контроллер LOGO!. В зависимости от загруженной в контроллер программы, загораются те или иные лампы.

Контроллер может управлять насосами только в автоматическом режиме.

В ручном режиме насосами можно управлять с кнопок на пульте управления.

Контроллер LOGO! соединяется с компьютером собственным кабелем, через который можно загрузить программу, разработанную на компьютере.

2.6 Схема внешних соединений

Схема внешних соединений комплекса представлена на рисунке 2.8.

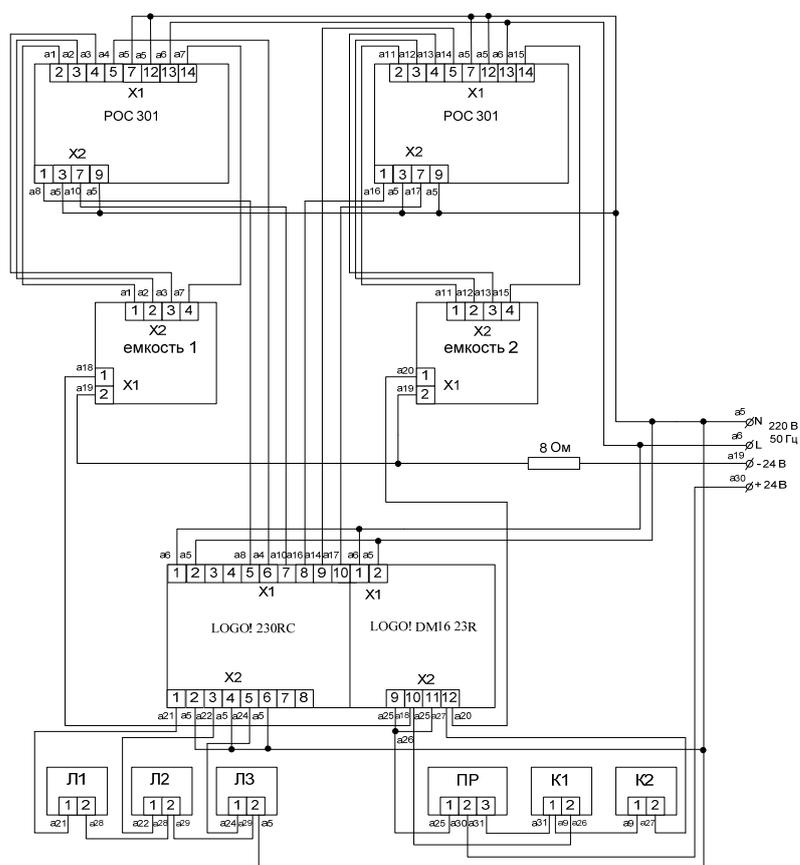


Рисунок 2.8 - Схема внешних соединений комплекса

Л1,Л2,Л3: лампочки 1,2,3.

ПР: переключатель режимов.

К1,К2: кнопки 1,2.

Описание схемы внешних соединений комплекса

Провод а1 соединяет порт 2 ряда Х1 (вход 1) первого датчика уровня РОС 301с портом 1 (электродом 1) ряда Х2 емкости 1.

Провод а2 соединяет порт 3 ряда Х1 (вход 2) первого датчика уровня РОС 301с портом 2 (электродом 2) ряда Х2 емкости 1.

Провод а3 соединяет порт 4 ряда Х1 (вход 3) первого датчика уровня РОС 301с портом 3 (электродом 3) ряда Х2 емкости 1.

Провод а7 соединяет порт 14 ряда Х1 второго датчика уровня РОС 301с портом 4 (дополнительным электродом) ряда Х2 емкости 1.

Провод а11 соединяет порт 2 ряда Х1 (вход 1) второго датчика уровня РОС 301с портом 1 (электродом 1) ряда Х2 емкости 2.

Провод а12 соединяет порт 3 ряда Х1 (вход 2) второго датчика уровня РОС 301с портом 2 (электродом 2) ряда Х2 емкости 2.

Провод а13 соединяет порт 4 ряда Х1 (вход 3) второго датчика уровня РОС 301с портом 3 (электродом 3) ряда Х2 емкости 2.

Провод а15 соединяет порт 14 ряда Х1 второго датчика уровня РОС 301с портом 4 (дополнительным электродом) ряда Х2 емкости 2.

Провод а8 соединяет порт 1 ряда Х2 (выход 1) первого датчика уровня РОС 301с портом 5 (входом I3) ряда Х1 базисного модуля контроллера LOGO!.

Провод а4 соединит порт 5 ряда Х1 (выход 2) первого датчика уровня РОС 301с портом 6 (входом I4) ряда Х1 базисного модуля контроллера LOGO!.

Провод а10 соединяет порт 7 ряда X2 (выход 3) первого датчика уровня РОС 301с портом 7 (входом I5) ряда X1 базисного модуля контроллера LOGO!.

Провод а16 соединяет порт 1 ряда X2 (выход 1) второго датчика уровня РОС 301с портом 8 (входом I6) ряда X1 базисного модуля контроллера LOGO!.

Провод а14 соединяет порт 5 ряда X1 (выход 2) второго датчика уровня РОС 301с портом 9 (входом I7) ряда X1 базисного модуля контроллера LOGO!.

Провод а17 соединяет порт 7 ряда X2 (выход 3) второго датчика уровня РОС 301с портом 7 (входом I8) ряда X1 базисного модуля контроллера LOGO!.

Провод а5 соединяет порты 7 (выход 2),12 ряда X1, порты 3(выход 1), 9 (выход 3) ряда X2 датчиков-реле уровня РОС 301, порты 2 (N) ряда X1, порты 2 (выход Q1),4 (выход Q2),6 (выход Q3) модулей контроллера LOGO!, порты 2 лампочки ЛЗс нулевой линией (N) источником напряжения 220В, частоты 50 Гц.

Через провода 28, 29 порты 2 лампочек Л1, Л2, Л3 соединены, т.е. все эти порты соединяются с нулевой линией (N).

Провод а6 соединяет порты13 ряда X1 датчиков-реле уровня РОС 301, порты 1 (L) ряда X1 модулей контроллера LOGO! с фазовой линией (L) источника напряжения 220В, частоты 50 Гц.

Проводы 18,20 соединяют порт 1 (+24 В) ряда X1 (насоса) емкостей 1,2 с портами 10 (выход Q9),12 (выход Q10) модуля расширения контроллера LOGO!.

Провод 19 соединит отрицательную линию (-24В) постоянного источника напряжения 24В последовательно с сопротивлением 8Ом и портами 2 (насоса) емкостей 1,2. (Потому что емкостям нужно снабжаться напряжением 12В и их сопротивление 8 Ом.)

Провод 21,22,24 соединяют порты 1 кнопочек по порядку Л1, Л2, Л3 с портами 1(выход Q1),3(выход Q2),5(выход Q3) базисного контроллера LOGO!.

Провод 30 соединяет положительную линию (-24В) постоянного источника напряжения 24В с портом 2 ПР (переключателя режимов). Завися от положения ключа, порт 2 соединен или с портом 1, или с портом 3. В случае соединения порта 2 с портом 1 ПР, что приводит к автоматическому режиму. В другом случае происходит ручной режим.

Провод а25 соединяет порт 1 ПР с портами 9(выход Q9),11(выход Q10) ряда X2 модуля расширения контроллера LOGO!.

Через провода а9 и а23 порты 3 кнопок К1, К2 соединены.

Провод а26 соединяет порт 2 кнопки К1 с портом 10(Q9) ряда X2 модуля расширения контроллера LOGO!.

Провод а26 соединяет порт 2 кнопки К2 с портом 12 (Q10) ряда X2 модуля расширения контроллера LOGO!.

3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ LOGO!

Программирование контроллеров LOGO! может выполняться тремя способами:

- с лицевой панели;
- установкой запрограммированного модуля памяти;
- с компьютера, оснащенного пакетом программ LOGO! Soft Comfort.

Программирование с лицевой панели

Программирование контроллеров Siemens - модулей LOGO! Basic - может выполняться с клавиатуры с отображением информации на встроенном дисплее. Процесс программирования контроллера Siemens сводится к программному соединению требуемых функций и заданию параметров настройки (задержек включения/выключения, значений счетчиков и т.д.). Во время программирования на экране дисплея модуля отображается только одна из всех используемых в программе функций. Для выполнения всех этих операций используется система встроенных меню. Готовая программа может быть переписана в модуль памяти, вставленный в интерфейс модуля LOGO!

Все встроенные функции хранятся в памяти логического модуля в виде двух библиотек. Библиотека GF содержит набор функций, выполняющих все основные логические операции. В библиотеку SF собраны специальные функции: триггеры, счетчики, таймеры, импульсные реле, компараторы, генераторы импульсов и т.д.

Программирование установкой запрограммированного модуля памяти

Программирование логических модулей LOGO! может выполняться установкой в его паз модуля памяти с заранее записанной в него программой. После установки модуля памяти и включения питания в LOGO! Pure программа автоматически копируется из модуля памяти в память логического модуля, после чего выполняется автоматический запуск программы.

В LOGO! Basic после установки модуля памяти и включения питания на экран дисплея выводится меню, из которого можно произвести перезапись программы из модуля памяти в память логического модуля и осуществить запуск выполнения программы.

Программирование с помощью программы LOGO! Soft Comfort

Siemens дает пользователям возможность программировать контроллеры LOGO! через компьютер с помощью программы LOGO! Soft Comfort.[5, 8]

3.1 Пользовательский интерфейс среды LOGO!Soft Comfort

Программное обеспечение LOGO!Soft Comfort V7.0 запускается с пустым интерфейсом пользователя. Главный интерфейс программы представлен на рисунке 3.1.

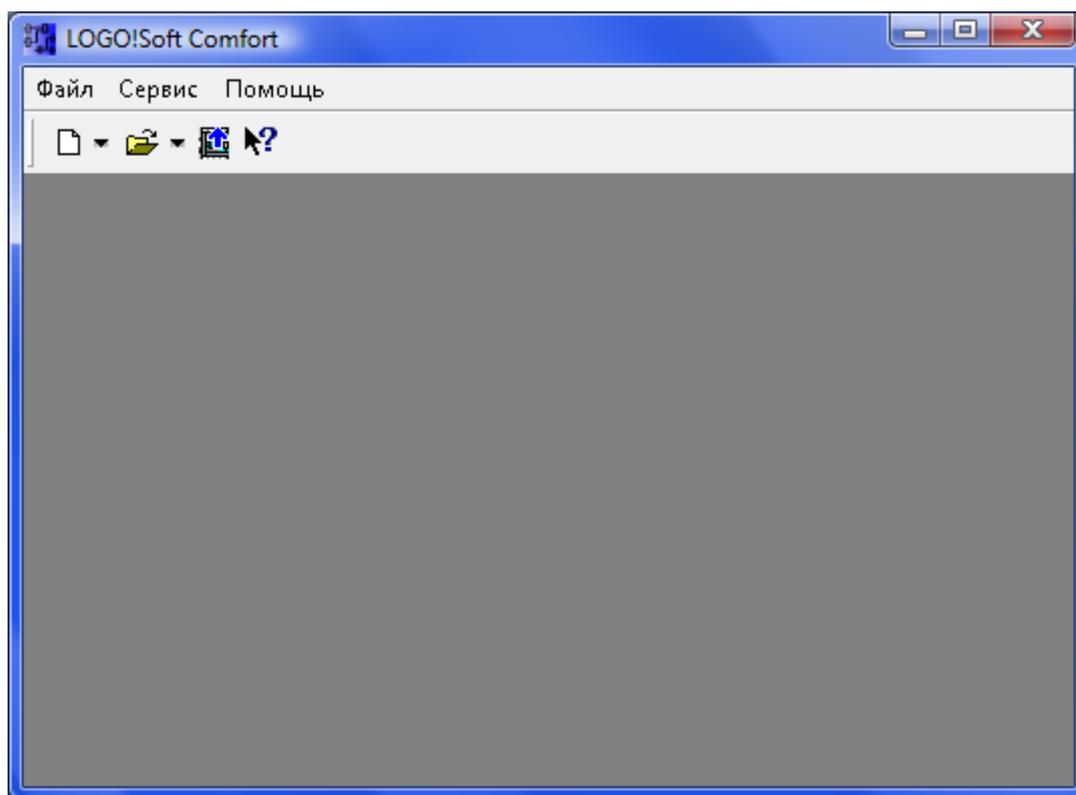


Рисунок 3.1 - Главный интерфейс

Для создания нового проекта необходимо нажать на иконку  (Новый), в результате чего LOGO!Soft Comfort создаст новую, пустую

коммутационную программу. Пользовательский интерфейс представлен на рисунке 3.2.

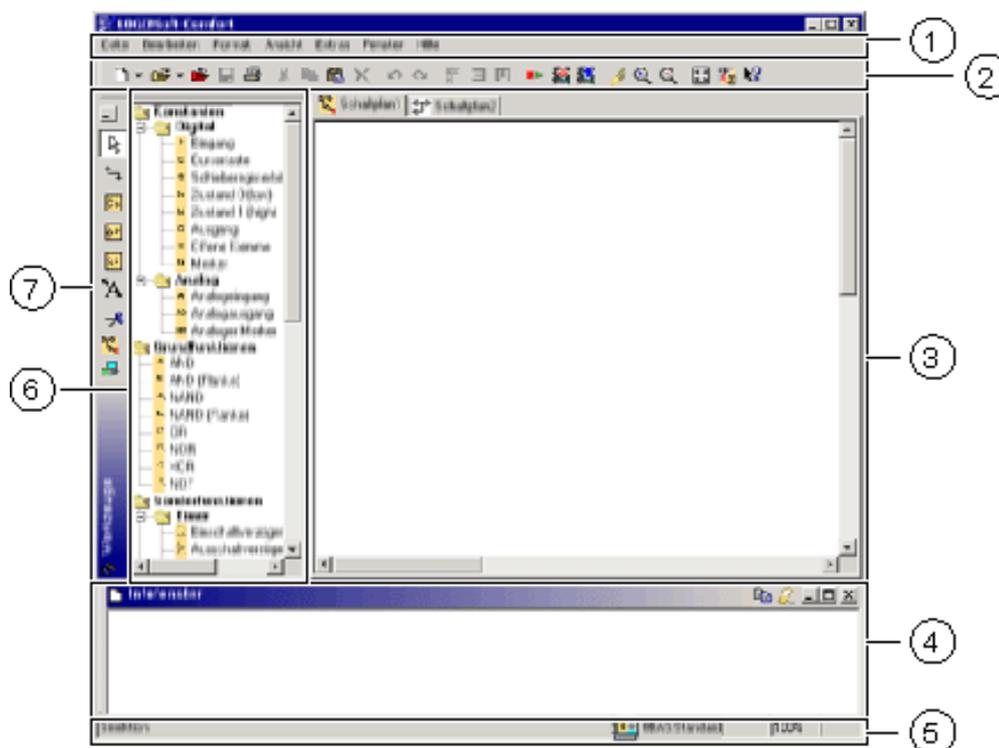


Рисунок 3.2 - Пользовательский интерфейс

На рисунке 3.2 приведены обозначения:

1 - Панель меню. 2 - Стандартная панель инструментов. 3 - Интерфейс программирования. 4 - Окно информации. 5 - Строка состояния. 6 – Постоянные и соединители, базовые функции (только для редактора функциональных блок-схем), специальные функции. 7 - Панель инструментов программирования.[8]

Панель меню

Панель меню расположена в верхней части окна LOGO!Soft Comfort. На ней располагаются различные команды для редактирования и управления коммутационными программами, а также функции для задания параметров по умолчанию и для передачи коммутационной программы в систему LOGO! и из нее. Панель меню представлена на 3.3.

Файл Правка Формат Вид Сервис Окна Помощь

Рисунок 3.3 - Панель меню

Панели инструментов

LOGO!Soft Comfort содержит следующие три панели инструментов:

- Стандартная панель инструментов;
- Панель инструментов программирования;
- Панель инструментов эмуляции.

Стандартная панель инструментов находится над интерфейсом программирования. После запуска программа LOGO!Soft Comfort отображает сокращенную стандартную панель инструментов, в которой доступны только основные функции. Стандартная панель инструментов обеспечивает прямой доступ к основным функциям программы LOGO!Soft Comfort. После открытия коммутационной программы для редактирования в интерфейсе программирования отображается полная стандартная панель инструментов. Стандартная панель инструментов представлена на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 - Стандартная панель инструментов

Следует пользоваться значками для создания новой коммутационной программы, сохранения и распечатки существующей программы, вырезки/копирования и вставки объектов, или инициирования передачи данных к устройствам LOGO! или от них. Следует воспользоваться мышью для выбора и перемещения стандартной панели инструментов. Панель инструментов всегда при ее закрытии привязывается к верхней части панели меню.

Панель инструментов программирования располагается в левой части экрана. Находящиеся в ней значки могут использоваться для перехода в другие режимы редактирования или для быстрого и легкого создания и редактирования коммутационной программы. Панель инструментов программирования представлена на рисунке 3.5.

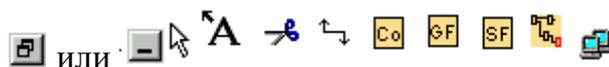


Рисунок 3.5 - Панель инструментов программирования

Можно взять и перетащить панель инструментов в другое место экрана при помощи мыши. Панель инструментов всегда при ее закрытии привязывается к верхней части панели меню.

Панель инструментов эмуляции необходима только для эмуляции коммутационных программ. Панель инструментов эмуляции представлена на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 - Панель инструментов эмуляции

Окно информации

Окно информации, расположенное в нижней части интерфейса программирования, отображает информацию и примечания, а также устройства LOGO!, рекомендуемые к использованию в вашей коммутационной программе, функцией Сервис -> Определить LOGO!. Окно информации представлено на рисунке 3.6.

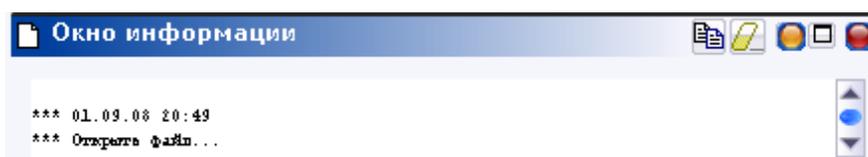


Рисунок 3.6 - Окно информации

Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части окна программы. В ней отображаются текущий активный инструмент, состояние программы, коэффициент масштабирования, номер страницы электрической схемы и выбранное устройство LOGO!.

3.2. Окно информации

Содержание

Окно информации отображает:

- Сообщения об ошибках, сформированные в начале эмуляции;
- Устройства LOGO!, определенные командой меню Сервис ->

Определить;

- LOGO! или функциональной клавишей [F2];
- Дата и время сообщения;
- Название коммутационной программы, для которой было создано

сообщение.

Если открыто более одной коммутационной программы, вы можете определить, к какой программе относится это сообщение.

При запуске режима эмуляции функция анализирует коммутационную программу с точки зрения ресурсов и подлежащей использованию системы LOGO!. Используемые ресурсы и произошедшие ошибки отображаются в окне информации.

Окно информации отображает всю информацию последовательно. Воспользуйтесь полосой прокрутки для просмотра всех информационных страниц. При закрытии программы LOGO!Soft Comfort вся информация удаляется из окна информации.

Работа

Вы можете открыть и закрыть окно информации при помощи команды меню Вид -> Окно информации или функциональной клавиши [F4]. Окно информации обычно располагается в нижней части интерфейса программирования. Вы можете перемещать его при помощи мыши и привязать его к верхней части интерфейса программирования точно так же, как и в случае перемещения панелей инструментов. Вы можете переместить окно методом перетаскивания, а также вынести его за пределы окна программы LOGO!Soft Comfort для открытия в виде отдельного окна.

Редактирование текстов в окне информации

Вы можете удалить выбранные сообщения из информационного окна или скопировать их в другие программы. Информационное окно может использоваться для составления персональных комментариев.

 Воспользуйтесь мышью для выбора текста из информационного окна, и этим значком для его копирования в буфер обмена операционной системы.

 Этот значок может использоваться для удаления содержимого информационного окна.[7, 8]

3.3. Строка состояния

Строка состояния разделена на пять частей и содержит полезную информацию о вашей коммутационной программе. Строка состояния представлена на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Строка состояния

1. Поле информации. Отображает, например, текущий выбранный инструмент.

2. Отображает выбранное устройство LOGO! при помощи всплывающей подсказки программы LOGO!Soft Comfort. Если вами не было выбрано устройство LOGO!, или если вы хотите изменить выбор, выполните двойное нажатие значка LOGO! для вызова диалога Сервис -> Выбор оборудования.

3. Отображает текущий выбранный масштабный коэффициент.

4. Это последнее поле отображает текущую страницу коммутационной программы.[7, 8]

3.4. Функциональные клавиши и клавиши быстрого выбора

В программе реализован целый ряд функциональных клавиш и клавиш быстрого выбора часто используемых функций с целью упрощения работы с программой LOGO!Soft Comfort.

Функциональные клавиши в программе LOGO!Soft Comfort:

[F1] → Вызывает контекстно-зависимую оперативную справку

[F2] → Сервис-> Определить LOGO!

[F3] → Запуск/выход из режима Эмуляции

[F4] → открытие/закрытие Вид -> Окно информации

[F5] → Инструмент Соединитель

[F6] → Инструмент Постоянные и клеммы

[F7] → инструмент Базовые функции

[F8] → инструмент Специальные функции

[F9] → Инструмент Текст

[F10] → Открывает панель меню

[F11] → Инструмент Разрезать/связать

[F12] → Инструмент Эмуляция

Клавиши быстрого выбора в программе LOGO!Soft Comfort:

В меню Файл:

[Ctrl+N] → Файл -> Создать (открывает редактор по умолчанию, заданный при помощи команды Сервис/Параметры/Редактор)

[Ctrl+O] → Файл -> Открыть

[Ctrl+S] → Файл -> Сохранить

[Ctrl+F1] → Файл -> Предварительный просмотр

[Ctrl+P] → Файл -> Печать

[Ctrl+-] → Файл -> Сравнить

[Alt+F4] → Файл -> Выход

В меню Правка:

[Ctrl+Z] → Правка -> Отменить
[Ctrl+Y] → Правка -> Вернуть
[Ctrl+X] → Правка -> Вырезать
[Ctrl+C] → Правка -> Копировать
[Ctrl+V] → Правка -> Вставить
[Ctrl+A] → Правка -> Выбрать все
[Ctrl+G] → Правка -> Перейти к блоку

В меню Вид:

[Ctrl+M] → Выбрать соединения
[Ctrl+колесо мыши] → Вид -> Увеличение масштаба/ Уменьшение

масштаба

В меню Сервис:

[Ctrl+D] → Сервис -> Передача: ПК -> LOGO!
[Ctrl+U] → Сервис -> Передача: LOGO! -> ПК
[Ctrl+H] → Сервис -> Выбор оборудования [8]

3.5. Панели инструментов

Стандартная панель инструментов

Значки стандартной панели инструментов обеспечивают быстрый доступ к командам, доступным также при помощи меню:

Файл:

 Новый
 Открыть
 Закреть
 Сохранить
 Печать

Правка:

 Вырезать

 Копировать

 Вставить

 Удалить

 Отменить

 Вернуть

Формат

 Автоматический

 По вертикали

 По горизонтали

Сервис:

 Переключение LOGO! Режим

 ПК → LOGO! (Загрузка)

 LOGO! → ПК (Загрузка)

Вид:

 Выбрать линии

 Увеличение масштаба

 Уменьшение масштаба

Файл:

 Свойства, вкладка Разметка страницы

 Преобразовать (релейно-контактную схему в функциональную блок-схему)/ Преобразовать (функциональную блок-схему в релейно-контактную схему)

Справка:

 Контекстная справка [8]

Панель инструментов программирования

Панель инструментов программирования содержит значки для создания, редактирования и испытания программ. Каждый из этих инструментов представляет собой режим программирования, в котором манипуляции мышью оказывают различное воздействие.

 или  Каталог элементов коммутационной программы: открыть / закрыть.

Каталог содержит иерархический перечень всех элементов, которые вы можете использовать для создания своей коммутационной программы.

 Инструмент выбора

Вы можете воспользоваться инструментом выбора для выбора и перемещения блоков, текста и соединительных линий. В интерфейсе программирования вы можете выбрать объекты индивидуально нажатием левой кнопки мыши; вы можете выбрать несколько объектов сочетанием клавиши [Ctrl]+нажатие мыши, или использовать мышь как «лассо» для окружения объектов прямоугольником и захвата их в качестве выбранных. Вы можете вызвать следующий инструмент выбора клавишей [ESC] или нажатием значка на панели инструментов программирования.

 Инструмент Текст

Настоящий инструмент служит для вставки или редактирования заданных пользователем текстовых объектов в интерфейс программирования. Вместо зависимых от пользователя или независимых от блока текстовых объектов вы можете также создавать метки, назначаемые непосредственно конкретным блокам и перемещаемые или удаляемые вместе с соответствующим блоком. Для создания связанной метки нажмите непосредственно на требуемый блок при выбранном текстовом инструменте. У каждого блока может иметься только один связанный блок. Вы можете задать тип шрифта, размер шрифта и цвет шрифта для каждой отдельной метки. Ширина текстового блока равняется размеру самой длинной строки

текста в текстовом блоке. Для изменения размера текстового объекта или метки вставляйте или удаляйте возвраты каретки в текстовой строке, чтобы добиться требуемой ширины и высоты текстового блока.



Разрезать / Восстановить соединение

Этот инструмент служит для разрезания и восстановления соединений между блоками. Для разрезания соединения выполните нажатие для выбора соответствующей линии при активном инструменте Разрезать/связать. Восстановление соединений выполняется таким же образом. Соединение заменяется указанием у блоков ссылки на блок-партнер. Ссылка содержит информацию на номер страницы, номер блока и входы и выходы блока-партнера.



Инструмент соединителей

Этот инструмент используется для соединения блоков. Для этого переместите указатель мыши к входу или выходу блока и нажмите левую кнопку мыши. Удерживая кнопку мыши нажатой, перетащите указатель мыши от выбранной вами клеммы-источника к целевой клемме. Теперь отпустите кнопку мыши для привязки соединительной линии к обоим элементам. При построении соединительной линии она изображается как прямая линия между первой клеммой и указателем мыши. После ее привязки она представляет собой набор горизонтальных и вертикальных линий, которые могут быть перемещены при помощи инструмента выбора.



Постоянные и клеммы

Под **Co** (Constant [констант]) в панели инструментов программирования находится группа констант и соединителей, то есть можно осуществить выбор входов/выходов и постоянных сигналов.



Базовые функции (только для редактора функциональных блок-схем)

Под **GF** (Basic Function) находится группа элементарных логических функций булевой алгебры, то есть стандартные цифровые логические блоки.



Специальные функции

Под SF (Special Function) можно найти специальные функции.



Эмуляция

При нажатии на значок эмуляции осуществляется переход в режим эмуляции, при котором под интерфейсом программирования появляется панель инструментов эмуляции, необходимая только для эмуляции коммутационных программ.

В режиме эмуляции программа выполняется на ПК. Для этого не требуется система LOGO! Состояние входов может быть предварительно задано на ПК.

Для выхода из этого режима необходимо просто еще раз нажать на указанную иконку.



Оперативное тестирование

Режимы оперативного тестирования и эмуляции позволяют контролировать исполнение коммутационной программы и ее реагирования на различные входные состояния.

Во время оперативного тестирования коммутационная программа выполняется в устройствах LOGO! Пользователь наблюдает за работой этих устройств. Состояние входов соответствует действительному состоянию входов устройств LOGO!

Предварительные условия для оперативного тестирования:

ПК должен быть соединен с LOGO!

Подлежащая тестированию коммутационная программа должна быть составлена в формате функциональной блок-схемы или релейно-контактной схемы и перенесена в LOGO!

Коммутационные программы в LOGO!Soft Comfort и в модуле LOGO! должны быть идентичными. При необходимости загрузите программу из LOGO! в ПК или выгрузите программу из вашего ПК в LOGO!

Вы можете контролировать параметры вплоть до 30 блоков. Число одновременное контролируемых блоков уменьшается, если контролируются блоки, содержащие большое число параметров (например, аналоговые специальные функциональные блоки).[7, 8]

При входе в режим эмуляции раскрывается панель инструментов:



Рисунок 3.8 – Панель инструментов эмуляции

Она содержит следующие значки:

Значки для управления эмуляцией

-  Запуск эмуляции
-  Остановить эмуляцию
-  Приостановить эмуляцию (пауза)

Управление временем

Если запрограммированная схема зависит от времени, можно воспользоваться органом управления временем для контроля реакции вашей коммутационной программы.

 Эмуляция в пошаговом режиме: начинает эмуляцию до истечения конкретного времени или числа циклов.

Продолжительность шага

Параметры шага

Отображение текущего времени в программе LOGO!Soft Comfort

 Изменение текущего времени в программе LOGO!Soft Comfort

При нажатии на значок появляется окно установки даты и времени представлены на рисунке 3.9:

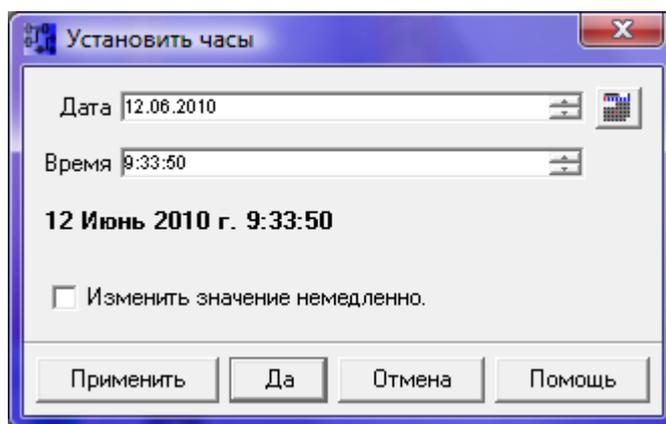


Рисунок 3.9 - Окно установки даты и времени

3.6. Языки программирования, используемые в LOGO!Soft Comfort

Пакет LOGO!Soft Comfort позволяет использовать для разработки программ следующие языки программирования: FBD (Function Block Diagram (диаграмма функциональных блоков)) и LAD (Ladder Diagram [релейно-контактная схема]).

Function Block Diagram - графический язык программирования стандарта IEC 61131-3 (МЭК - международная электротехническая комиссия). Предназначен для программирования промышленных логических контроллеров (ПЛК).

Графическая программа состоит из функциональных блоков, соединений между ними и переменных соответствующих входам/выходам ПЛК. Программирование на нём представляет собой размещение (из специальных библиотек) на интерфейсе программирования логических блоков (И, ИЛИ, НЕ, триггеров, таймеров, счётчиков, блоков обработки аналогового сигнала) и установления связи между ними. Входом блока может являться вход ПЛК, внутренняя переменная ПЛК, константа, либо выход другого блока. Выходы блоков могут быть записаны во внутреннюю переменную ПЛК, поданы на входы других блоков, либо непосредственно на

выходы ПЛК. Программа исполняется контроллером слева направо и сверху вниз, циклически (после выполнения последнего блока, снова выполняется первый). Шины питания на FBD диаграмме не показываются. FBD представление всегда получается нагляднее, чем в текстовых языках.

FBD предельно прост в изучении и удобен для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики.

Ladder Diagram - язык релейной (лестничной) логики. Применяются также названия: язык релейно-контактной логики, релейные диаграммы, релейно-контактные схемы, язык программирования релейно-лестничной логики стандарта IEC 61131-3.

Предназначен для программирования промышленных логических контроллеров (ПЛК). Синтаксис языка удобен для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Ориентирован на инженеров по автоматизации, работающих на промышленных предприятиях.

Программа на языке релейной логики имеет наглядный и интуитивно понятный инженерам-электрикам графический интерфейс, представляющий логические операции, как электрическую цепь с замкнутыми и разомкнутыми контактами. Протекание или отсутствие тока в этой цепи соответствует результату логической операции (**true** - если ток течет; **false** - если ток не течет).

Основными элементами языка являются контакты, которые можно образно уподобить паре контактов реле или кнопки. Пара контактов отождествляется с логической переменной, а состояние этой пары - со значением переменной.

Различаются нормально замкнутые и нормально разомкнутые контактные элементы, которые можно сопоставить с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми кнопками в электрических цепях.

- Нормально разомкнутый контакт разомкнут при значении **false**, назначенной ему переменной и замыкается при значении **true**.

- Нормально замкнутый контакт, напротив, замкнут, если переменная имеет значение **false**, и разомкнут, если переменная имеет значение **true**.

Итог логической цепочки копируется в целевую переменную, которая по-английски называется **coil**. Это слово имеет множество технических значений (нить накаливания лампы, обмотка реле или электродвигателя и т.п.). Здесь же обобщенный образ исполнительного устройства, поэтому в русскоязычной документации обычно говорят о выходе цепочки, хотя можно встретить и частные значения термина **coil**, например катушка.[9]

3.7. Основные и специальные функции

Первым шагом при программировании в LOGO!Soft Comfort является выбор блоков для программы из списка блоков в левой части экрана или при помощи панели инструментов программирования.

Под **Co** (Constant [констант]) в панели инструментов программирования находится группа констант и соединителей, то есть можно осуществить выбор входов/выходов и постоянных сигналов. Под **GF** (Basic Function) находится группа элементарных логических функций булевой алгебры, то есть стандартные цифровые логические блоки. Под **SF** (Special Function) можно найти специальные функции. Также можно вызвать соответствующие группы функции через ключи функции.[8]

-  (F6) – Константы и соединители

Этот инструмент должен быть выбран, если вы хотите разместить входные блоки, выходные блоки, флаги или константы (высокий уровень, низкий уровень) на интерфейсе программирования. Константы и соединители представлены на таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Константы и соединители

| В редакторе FBD | | | | | | | | | | В редакторе LAD | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|----|----|---|---|---|----|----|-----------------|--|--------------|--|--|--|--|--|
| I | C | S | lo | hi | Q | X | M | AI | AQ | AM | | | | | | | |
| I | Входы | | | | | | | | | | Замыкающий (нормально разомкнутый) контакт | | | | | | |
| C | Кнопки курсора | | | | | | | | | | Размыкающий (нормально замкнутый) контакт | | | | | | |
| S | Входы от сдвигового регистра | | | | | | | | | | Аналоговый контакт | | | | | | |
| lo | hi | Постоянные логические уровни | | | | | | | | | | Катушка реле | | | | | |
| Q | Выходы | | | | | | | | | | Инвертированный выход | | | | | | |
| X | Открытые соединители | | | | | | | | | | Аналоговый выход | | | | | | |
| M | Флаги | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AI | Аналоговые входы | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AQ | Аналоговые выходы | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AM | Аналоговые флаги | | | | | | | | | | | | | | | | |

- (F7) – Основные функции (только в редакторе FBD)

Этот инструмент должен быть отобран, если мы хотим поместить стандартные блоки булевой логики в программный интерфейс. Основные функции представлены на рисунке 3.2.

Таблица 3.2 - Основные функции

| | | | |
|--|------------------|--|-----------------|
| | Логическое И | | Логическое ИЛИ |
| | И (по фронту) | | НЕ-ИЛИ |
| | НЕ-И | | Исключающее ИЛИ |
| | НЕ-И (по фронту) | | НЕ |

-  (F8) - Специальные функции представлены на таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Специальные функции

| Таймеры | | Аналоговые | |
|---|--|--|--|
|  | Задержка включения |  | Аналоговый компаратор |
|  | Задержка выключения |  | Аналоговый пороговый выключатель |
|  | Задержка Вкл./ Выкл. |  | Аналоговый усилитель |
|  | Задержка включения с запоминанием |  | Контроль аналоговых величин |
|  | Интервальное реле времени (вывод импульса) |  | Аналоговый разностный пороговый выключатель |
|  | Интервальное реле времени, запускаемое фронтом |  | Аналоговый мультиплексор |
|  | Генератор асинхронных импульсов | | Управление и регулирование |
|  | Генератор случайных импульсов |  | Управление с линейно-изменяющимся воздействием |
|  | Выключатель света на лестничной клетке |  | Регулятор |
|  | Двухфункциональный выключатель | | Прочие |
|  | Семидневный часовой выключатель |  | Самоблокирующееся реле |
|  | Двенадцатимесячный часовой выключатель |  | Импульсное реле |
| | Счетчики |  | Тексты сообщений |
|  | Реверсивный счетчик |  | Программный выключатель |
|  | Счетчик рабочего времени |  | Регистр сдвига |
|  | Пороговый выключатель (Триггер) | | |

3.8. Порядок разработки и отладки программ на языках FBD и LAD

Разработка и отладка программ предусматривает следующий алгоритм выполнения:

1. Использовать программное обеспечение LOGO! Soft Comfort для создания программы в редакторе FBD.

2. Проверить способность работы созданной программы с помощью функции «эмуляции» в ПО LOGO! Soft Comfort.

3. Перенести программу в контроллер LOGO! 230RC и проверить ее работоспособность.

4 ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОНТРОЛЛЕРА LOGO В LOGO!SOFT COMFORT»

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработано программно-методическое обеспечение, которое состоит из методических указаний по выполнению лабораторной работы и четырех программ на языках FBD и LAD.

4.1 Методические указания по выполнению лабораторной работы

Разработанное в процессе выполнения бакалаврской работы методическое обеспечение позволяет ознакомиться с составом и техническими характеристиками LOGO!, а также с системой программирования LOGO!Soft Comfort. Данное методическое обеспечение позволяет студентам приобрести практические навыки в программировании контроллера LOGO! в LOGO!Soft Comfort, а также в составлении различных программ на языках программирования FBD и LAD.

В методическом обеспечении приводится цель работы, состав и технические характеристики контроллера LOGO!, описание пользовательского интерфейса, примеры разработки и отладки программ на языках FBD и LAD, методические указания по составлению программ, задание на лабораторную работу, содержание отчёта и контрольные вопросы.

Полный текст методических указаний представлен в приложении А данной выпускной квалификационной работы.

4.2 Программное обеспечение

В процессе выполнения работы были созданы программы, предназначенные для выполнения лабораторной работы:

1. Программа гирлянды из трех ламп. Три лампочки включаются последовательно на одну секунду по порядку. Этот процесс повторяется бесконечно.

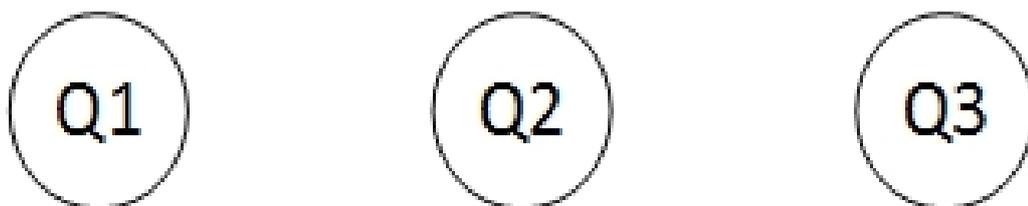


Рисунок 4.1 - Лампочки

Последовательность включения лампочек следующая:

Шаг 1: включается лампочка 1;

Шаг 2: выключается лампочка 1, включается лампочка 2;

Шаг 3: выключается лампочка 2, включается лампочка 3;

Шаг 4: выключается лампочка 3, включается лампочка 1.

Далее этот процесс повторяется бесконечно.

Программа «Гирлянда» на языке FBD представлена на рисунке 4.2.

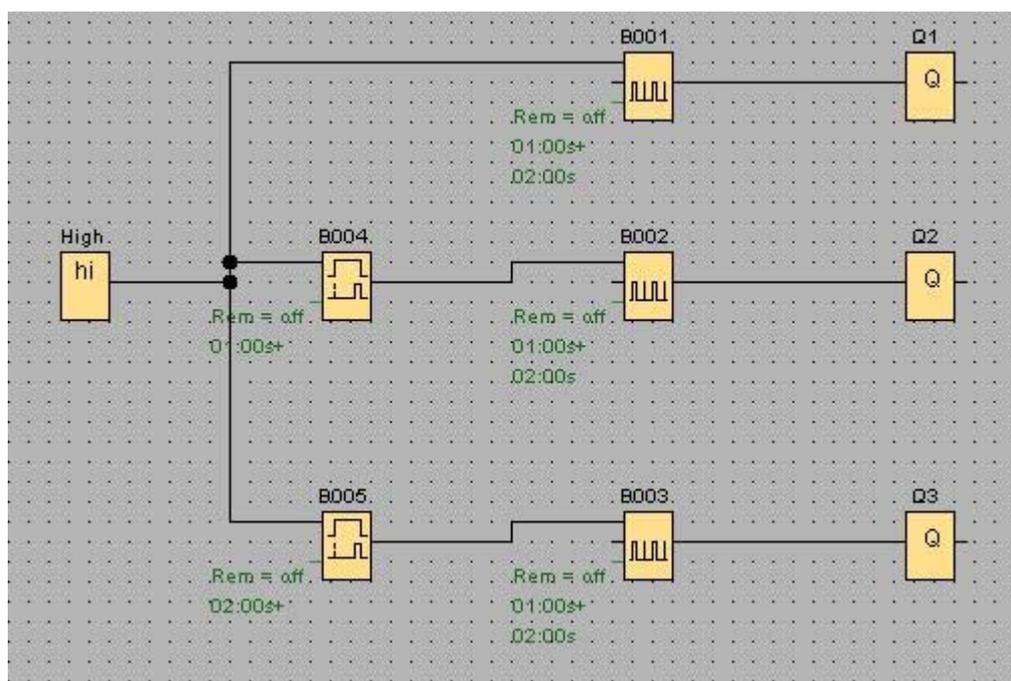


Рисунок 4.2 - Программа «Гирлянда» на языке FBD

Каждая лампочка светится периодически, каждый раз на 1 секунду, и гаснет на 2 секунды, т.е. цикл программы равен 3 секундам. Поэтому используется функциональный блок генератора асинхронных импульсов .

Параметры:

- длительность верхнего уровня: 1 секунда;

- длительность нижнего уровня: 2 секунды.

В каждом шаге цикла каждая последующая лампочка светится позднее предыдущей на 1 секунду, поэтому используется блок задержки включения



перед генераторами асинхронных импульсов.

Параметры:

- задержка для второй лампочки: 1 секунды;
- задержка для третьей лампочки: 2 секунды.

Аналогичная программа, реализованная на языке LAD выглядит как показано на рисунке 4.3.

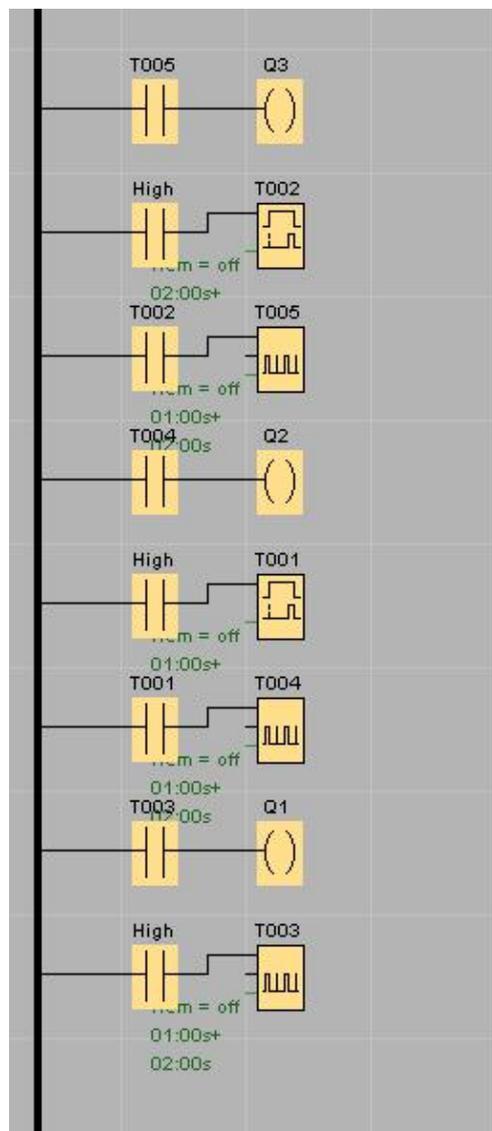


Рисунок 4.3 - Программа «Гирлянда» на языке LAD

На языке LAD блок задержки включения не имеет выходного сигнала, поэтому нужно добавить блок, который будет соединять блок задержки включения с другими блоками, как это показано на рисунке выше.

2. Программа управления уровнем воды в двух емкостях.

На каждой ёмкости установлены 3 датчика уровня. Если вода в любой ёмкости поднимается выше третьего уровня, то включается насос и перекачивает воду в другую ёмкость, пока вода в ней не достигнет второго уровня. Предусмотрена сигнализация значений уровней в ёмкостях: две лампы для сигнализации значений уровней в ёмкостях, третья - отказ. Если вода в любой ёмкости достигает первого уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 2/2 (2 секунды светится, 2 секунды не светится). Если вода в любой ёмкости достигает второго уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 1/1 (1 секунду светится, 1 секунду не светится). Если вода в любой ёмкости достигает третьего уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 0.5/0.5 (0.5 секунды светится, 0.5 секунды не светится). Если вода в обеих ёмкостях достигает третьего уровня, то начинает мигать лампа «Отказ» с периодом 0.2/0.2, при этом отключаются насосы и лампы сигнализации значений уровня в ёмкостях. Схема лабораторного комплекса приведена выше на рисунке 2.7.

В результате программа на языках FBD и LAD будет выглядеть следующим образом (рисунок 4.4, 4.5):

Лампочки мигают с периодом 2/2 (2 секунды светится, 2 секунды не светится). Если вода в любой ёмкости достигает второго уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 1/1 (1 секунду светится, 1 секунду не светится). Если вода в любой ёмкости достигает третьего уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 0.5/0.5 (0.5 секунды светится, 0.5 секунды не светится). Поэтому используется функциональный блок генератора

асинхронных импульсов .

Если вода в любой емкости поднимается выше третьего уровня, то включается насос и перекачивает воду в другую емкость. Поэтому используется

функциональный блок задержки включения с запоминанием .

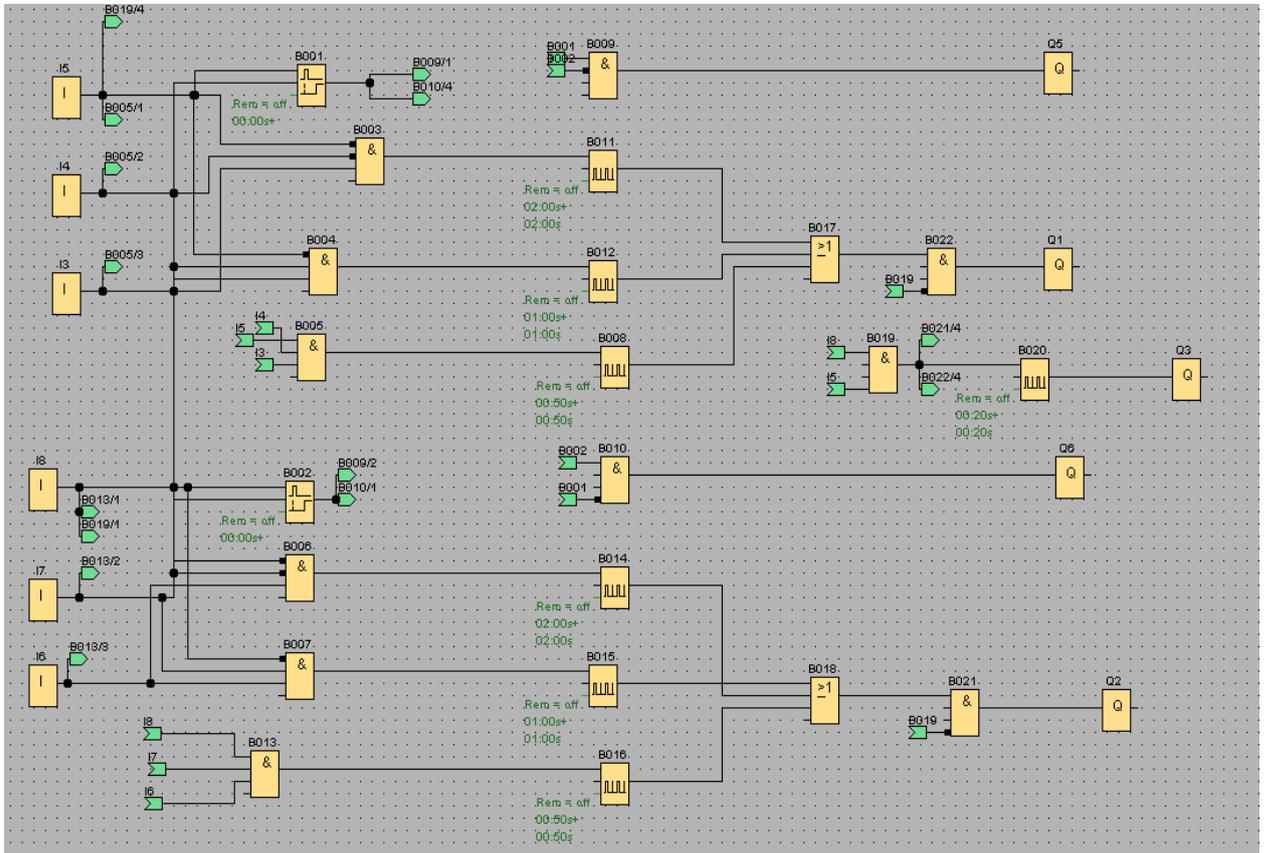


Рисунок 4.4 - Программа на языке FBD

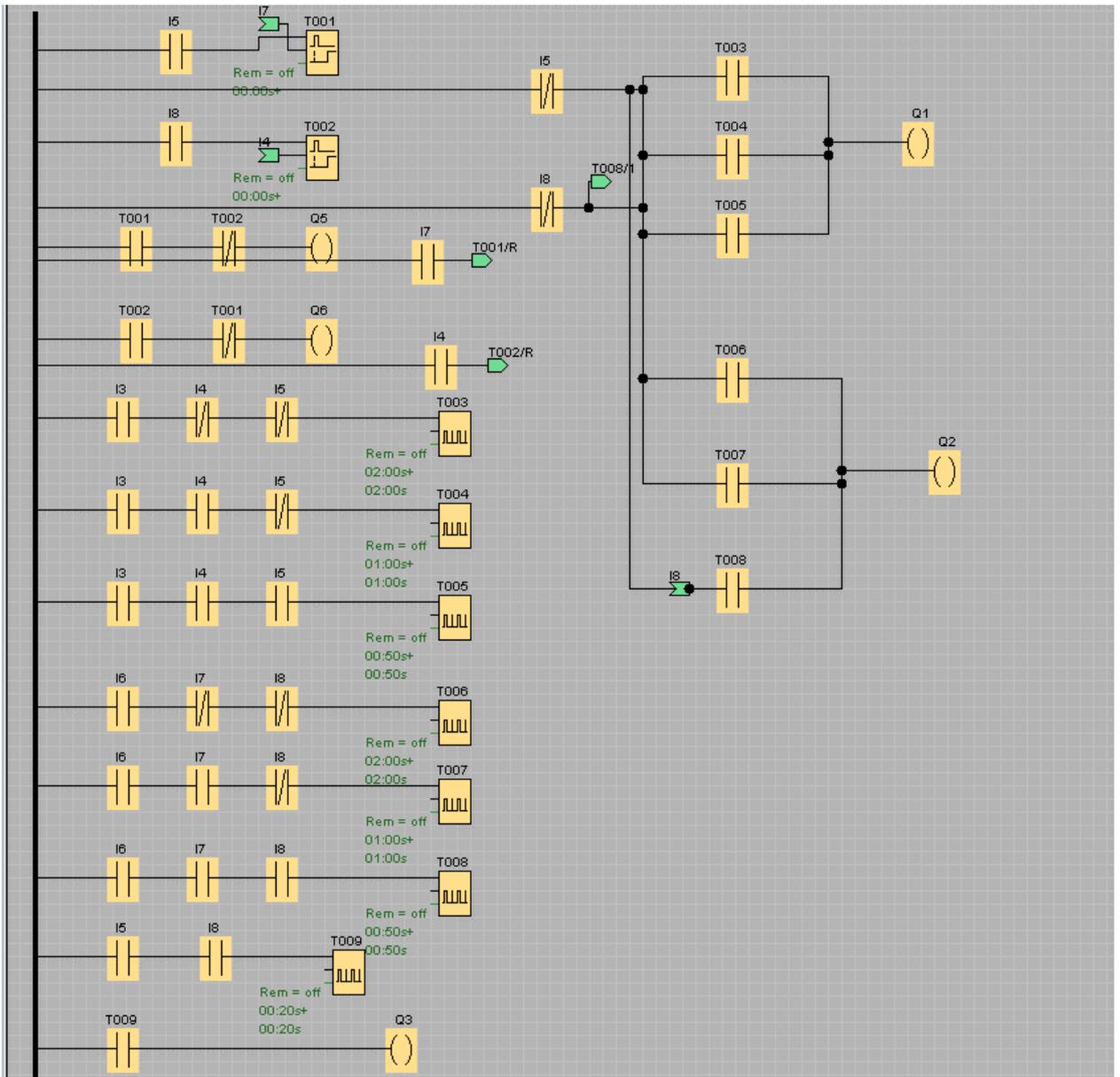


Рисунок 4.5 – Программа на языке LAD

На языке LAD блок задержки включения не имеет выходного сигнала, поэтому нужно добавить блок, который будет соединять блок задержки включения с другими блоками, как это показано на рисунке выше.

На языке LAD не существуют блоков логических операций, поэтому их реализуют как контакты последовательно для логического И и параллельно для логического ИЛИ.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями моего исследования могут являться как физические, юридические лица, так и коммерческие организации различных размеров, ориентирующиеся на выпуск оборонной, авиакосмической, гражданской промышленности и науки.

5.1.2 SWOT-анализ

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в бакалаврской работе.

Таблица 5.1– SWOT-анализ

| | | |
|--|---|---|
| | <p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей). С2. Функциональная мощность (предоставляемые возможности). С3. Конкурентоспособность продукта. С4. Срок выхода на рынок. С5. Высоко квалифицированный научный труд.</p> | <p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки. Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров. Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания ПО. Сл4. Уровень проникновения на рынок. Сл5. Большой срок поставок плат, используемых для проведения научного исследования.</p> |
| <p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ для быстрого внедрения ПО на рынок. В2. Использование развитой международной</p> | <p>Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность ПО и ускорить выход на рынок. Так же использование развитой международной инфраструктуры поможет ускорить выход ПО на рынок.</p> | <p>Появление дополнительного спроса на новый продукт может привести к отсутствию у потенциальных потребителей квалифицированных кадров. Снижение таможенных пошлин на</p> |

| | | |
|--|--|--|
| <p>инфраструктуры для более быстрой доставки плат. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> | <p>Возможно появление дополнительного спроса на новый продукт благодаря использованию высококвалифицированного научного труда. Благодаря снижению таможенных пошлин на платы возможно повышение конкурентоспособности ПО.</p> | <p>сырье и материалы, используемые при научных исследованиях может привести к увеличению срока поставки плат, используемых для проведения научного исследования.</p> |
| <p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция производителей ПО. У3. Ограничения памяти контроллер LOGO!. У4. Ограничения интерфейсов I/O контроллер LOGO!.</p> | <p>Отсутствие спроса на новые технологии производства может замедлить срок выхода ПО на рынок и понизить квалификацию научного труда. Развитая конкуренция производителей ПО может привести к снижению конкурентоспособности продукта.</p> | |

5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Таблица 5.2 – Морфологическая матрица для контроллера LOGO!

| | |
|--|------------------|
| | 1 |
| А. Питание платы | 24/230V |
| Б. Протокол передачи данных | I2C |
| В. ПО для программирования контроллера | контроллер LOGO! |

5.3 Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 5.3.

Таблица 5.3 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|---|-------|--|-------------------------------|
| Постановка целей и задач, получение исходных данных | 1 | Составление и утверждение технического задания | Научный руководитель |
| Выбор направления исследований | 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Научный руководитель, инженер |
| | 3 | Проведение патентных исследований | Научный руководитель, инженер |
| | 4 | Разработка календарного плана | Научный руководитель, инженер |

| | | | |
|--|----|---|-------------------------------|
| Проектирование структуры ПО | 5 | Обсуждение литературы | Научный руководитель, инженер |
| | 6 | Проектирование структуры ПО | Научный руководитель, инженер |
| | 7 | Разработка ПО | Научный руководитель, инженер |
| | 8 | Тестирование ПО | Инженер |
| Проведение ОКР | | | |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 9 | Оформление расчетно-пояснительной записки | Инженер |
| | 10 | Оформление графического материала | Инженер |
| | 11 | Подведение итогов | Научный руководитель, инженер |

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (5.1)$$

где $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 4.4 работ требуются специалисты:

инженер (И);

научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (5.2)$$

где T_{p_i} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5.3)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.4)$$

где $T_{\text{кал}}$ - календарные дни ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вых}}$ - выходные дни ($T_{\text{вых}} = 52$);

$T_{\text{пр}}$ - праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 12$).

$$T_{\text{к}} = \frac{366}{366 - 52 - 12} = 1,212$$

В таблице 5.4 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 5.4 - График проведения научного исследования

| Этап | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | Длительность работ, чел/дн. | | | |
|--|-------------|------------------------------|-----------|----------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | | | | | T_{Pi} | | T_K | |
| | | t_{min} | t_{max} | $t_{ож}$ | НР | И | НР | И |
| Постановка задачи | НР | 3 | 5 | 3,8 | 4,56 | – | 5,53 | – |
| Разработка и утверждение технического задания (ТЗ) | НР, И | 2 | 4 | 2,8 | 0,34 | 3,36 | 0,41 | 4,07 |
| Подбор и изучение материалов по тематике | НР, И | 10 | 13 | 11,2 | 4,03 | 13,44 | 4,88 | 16,28 |
| Разработка календарного плана | НР, И | 2 | 4 | 2,8 | 0,67 | 3,36 | 0,81 | 4,07 |
| Обсуждение литературы | НР, И | 2 | 4 | 2,8 | 1,01 | 3,36 | 1,22 | 4,07 |
| Проектирование структуры ПО | НР, И | 15 | 20 | 17 | 20,4 | 14,28 | 24,72 | 17,30 |
| Разработка ПО | НР, И | 12 | 15 | 13,2 | 7,92 | 15,84 | 9,60 | 19,19 |
| Тестирование ПО | И | 6 | 10 | 7,6 | - | 9,12 | - | 11,05 |
| Оформление расчетно-пояснительной записки | И | 6 | 9 | 7,2 | - | 8,64 | - | 10,47 |
| Оформление графического материала | И | 2 | 5 | 3,2 | - | 3,84 | - | 4,65 |
| Подведение итогов | НР, И | 2 | 3 | 2,4 | 1,72 | 2,88 | 2,08 | 3,49 |
| Итого: | | | | 74 | 40,65 | 78,12 | 49,27 | 94,68 |

5.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

5.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к

основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{рас } xi} , \quad (5.5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{рас } xi}$ - количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i - цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 - Материальные затраты

| Наименование материалов | Цена за ед., руб. | Количество | Сумма, руб. |
|--------------------------------|-------------------|------------|-------------|
| Блокнот | 40 | 2 шт. | 80 |
| Бумага для принтера формата А4 | 150 | 2 уп. | 300 |
| Ручка шариковая | 10 | 4 шт. | 40 |
| Карандаш | 10 | 2 шт. | 20 |
| Стирательная резинка | 5 | 2 шт. | 10 |
| Итого: | | | 450 |

Расходы на материалы составили

$$Z_M = 450 \text{ рублей.}$$

5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 5.7.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в табл. 5.7.

Таблица 5.7 - Материальные затраты на приобретение спецоборудования для научных работ

| Наименование материалов | Цена за ед., руб. | Количество | Сумма, руб. |
|----------------------------------|-------------------|------------|--------------|
| Siemens LOGO! 230RC | 12000 | 1 шт. | 12000 |
| Установка | 6000 | 1 шт. | 6000 |
| Затраты на доставку оборудования | 1800 | 1 шт. | 1800 |
| Итого: | | | 19800 |

Расходы на приобретение спецоборудования для научных работ:

$$Z_{CO} = 19800 \text{ рублей.}$$

5.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 5.8.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная заплата} = \frac{\text{Месячный оклад}}{25,17 \text{ дней}} \quad (5.6)$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 5.8. При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 5.4. Также был принят во внимание

коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{\text{ПР}} = 0,3$ и районный коэффициент $K_{\text{РК}} = 0,3$ ($K = 1,3 * 1,3 = 1,69$).

Таблица 5.8 - Затраты на основную заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб./мес | Среднедневная ставка, руб./день | Затраты времени, дни | Коэффициент | Фонд з/платы, руб. |
|---------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-------------|--------------------|
| НР | 25 000 | 993,25 | 41 | 1,69 | 68822,29 |
| И | 15 000 | 595,95 | 79 | 1,69 | 79565,29 |
| Итого: | | | | | 148387,58 |

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили $Z_{\text{осн}} = 148387,58$ руб.

5.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.7)$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%¹.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 5.9).

¹ Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

Таблица 5.9 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| НР | 68822,29 | – |
| И | 79565,29 | – |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | $K_{\text{внб}} = 27.1\%$ | |
| Итого: | 40213,03 | |

$$Z_{\text{внб}} = 27,1 \times 148387,58 = 40213,03$$

4.3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.8)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = (40213,03 + 148387,58 + 990 + 450) \cdot 0,16 = 30406,5$$

5.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 5.10.

Таблица 5.10 - Расчёт бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма, руб. | Примечание |
|--|-------------|-----------------------|
| 1. Материальные затраты НТИ | 450 | Пункт 3.4.1 |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 19800 | Пункт 3.4.2 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 148387,58 | Пункт 3.4.3 |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 40213,03 | Пункт 3.4.4 |
| 5. Накладные расходы | 33414,66 | 16 % от суммы ст. 1-4 |
| 6. Бюджет затрат НТИ | 242256,27 | Сумма ст. 1- 5 |

5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.9)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} - стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в том числе аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.10)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i - весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p - бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 5.11).

Таблица 5.11 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исслед. Критерии | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|----------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 1. Уровень новизны | 0,3 | 5 | 5 | 5 |
| 2. Теоретический уровень | 0,3 | 5 | 3 | 3 |
| 3. Возможность реализации | 0,4 | 5 | 3 | 3 |
| ИТОГО | 1 | 5 | 3,6 | 3,6 |

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 = 5;$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,4 = 3,6;$$

$$I_{p-исп3} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 = 3,6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} \text{ и т.д.} \quad (5.11)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (5.12)$$

Таблица 5.12 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|---|-------|-------|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 1 | 1 | 1 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 5 | 3,6 | 3,6 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 5 | 3,6 | 3,6 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1,39 | 1 | 1 |

Таким образом, исполнение № 1 является наиболее функциональным и ресурсоэффективным по сравнению с исполнениями № 2 и № 3. Все 3 исполнения с финансовой точки зрения одинаково эффективны.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика проводимых работ, рабочему месту и рабочей зоны. Проанализированы опасные и вредные факторы труда, а также разработан комплекс мероприятий снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников, общество и окружающую среду.

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

С каждым годом возрастает интенсивность применения компьютерной техники в сферах жизнедеятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей, радиочастотному (высоких, ультра высоких и средних частот), инфракрасному и ионизирующему излучениям, шуму и вибрации, статическому электричеству. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

В рамках выпускной квалификационной работы исследуется котроллер LOGO! различными программными средствами. Работа над проектом осуществлялась в одной из учебных аудиторий с персональными компьютерами, расположенной на кафедре автоматике и компьютерных систем в 10 корпусе Томского политехнического университета.

6.1 Техногенная безопасность

Угрозы техногенной безопасности создаются на всех стадиях жизненного цикла технических систем: при проектировании, при изготовлении технических систем и их компонентов, при эксплуатации.

Выпускная квалификационная работа физико-технической тематики, поэтому будут проанализированы электромагнитное и ионизирующее излучения; производственные метеоусловия, шум и вибрации.

Так как основная часть работы выполняется на компьютере, то рассмотрим влияние ЭВМ на разработчика. Так же необходимо учесть то, что никакого контакта с какими-либо вредными веществами (радиоактивные препараты) нет, следовательно, данный производственный фактор не будет рассматриваться.

6.1.1 Производственная санитария

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов (согласно ГОСТ 12.0.002-80). Рассмотрим основные опасные факторы непосредственно относящиеся к предметной области, рассматриваемой в данной выпускной квалификационной работе.

6.1.1.1 Электромагнитное излучение

При работе компьютера вокруг него образуется электромагнитное поле, деионизирующее окружающую среду, что делает воздух сухим, слабо ионизированным.

Согласно [11] напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг монитора по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 25 В/м;

- в диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 250 нТл;
- в диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 25 нТл.

Возможные способы защиты от ЭМИ:

- использование жидкокристаллический монитор, т.к. его излучение значительно меньше, чем у мониторов с электроннолучевой трубкой.
- расположение монитора и системного блока компьютера максимально удаленно от оператора.
- сокращение времени работы за компьютером и увеличение количества перерывов в работе.
- применение ионизаторов воздуха для увеличения количества легких отрицательных ионов в воздухе.

6.1.1.2 Микроклимат

Одним из важных параметров рабочей зоны является окружающая среда. Температура, давление и влажность влияют на условия электробезопасности. Кроме того, метеоусловия в помещении, используемом для разработки, оказывают существенное влияние на качество работы и производительность труда, а также на здоровье работников.

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к категории лёгких работ. В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены параметры микроклимата согласно требованиям [12] и приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Оптимальные и допустимые нормы микроклимата.

| Период года | Температура, °С | | Относительная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с | | |
|-------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|-----------------|----------------|
| | Оптимальная | Допустимая на рабочих местах | | Оптимальная | Допустимая | Оптимальная, не | Допустимая, не |
| | | Верхняя | Нижняя | | | | |
| | | | | | | | |

| | | Пост. | Не пост. | Пост. | Не пост. | | | более | более |
|----------|---------|-------|-------------|-------|-------------|---------|----|-------|-------|
| Холодный | 22 – 24 | 25 | 26 | 21 | 18 | 40 – 60 | 75 | 0,1 | 0,1 |
| Теплый | 23 – 25 | 28 | 30 | 22 | 20 | 40 – 60 | 70 | 0,1 | 0,1 |

В помещении, где производится разработка температура и влажность воздуха поддерживается в заданных в таблице пределах. Кроме того, имеется автоматическая система кондиционирования, очищающая и нагревающая (охлаждающая) поступающий в кабинет воздух.

Таким образом, нет необходимости в принятии дополнительных мер для создания благоприятных условий.

6.1.1.3 Освещенность рабочей зоны

Правильное освещение помещений и рабочих зон – одно из главных условий создания безопасных и благоприятных условий труда. При недостаточной освещенности развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака, повышается опасность производственного травматизма, низкая освещенность способствует развитию близорукости.

По санитарно-гигиеническим нормам рабочее место должно иметь естественное и искусственное освещение. При работе должен быть отчетливо виден процесс деятельности, без напряжения зрения и прямого попадания лучей источника света в глаза.

Работа за компьютером относится к IV разряду зрительной работы средней точности. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 – 1 мм. По нормам [13] рекомендуемая освещенность помещения для данного разряда 400 лк (таблица 6.2).

Таблица 6.2 - нормы освещенности

| Разряд зрительной работы | Характеристика | Подразряд | Освещенность (комбинированная система), Лк | Освещенность (общая система), Лк |
|--------------------------|------------------|-----------|--|----------------------------------|
| IV | Средней точности | Б | 500 | 200 |

Требования к освещению рабочих мест, оборудованных персональным компьютером, показаны в таблице 6.3 в соответствии с нормами [13].

Таблица 6.3 - Требования к освещению на рабочих местах

| | |
|---|------------------------------|
| Освещенность на рабочем столе | 300-500 лк |
| Освещенность на экране ПК | не выше 300 лк |
| Блики на экране | не выше 40 кд/м ² |
| Прямая блесккость источника света | 200 кд/м ² |
| Показатель ослеплённости | не более 20 |
| Показатель дискомфорта | не более 15 |
| Отношение яркости: | |
| – между рабочими поверхностями | 3:1–5:1 |
| – между поверхностями стен и оборудования | 10:1 |
| Коэффициент пульсации: | не более 5% |

Искусственное освещение осуществляется с использованием газоразрядных люминесцентных ламп низкого давления типа ЛБ-40, в количестве 9 светильников в каждом по 4 лампы.

6.1.1.4 Уровень шума

Наиболее распространенным вредным фактором на производстве является шум. Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: появляется раздражительность, повышается утомляемость, ослабевает внимание, замедляется скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество

выполняемой работы. Продолжительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха или даже к его полной потере.

Стандарт [14] распространяется на технологическое оборудование, машины и другие источники шума, которые создают в воздушной среде все виды шумов.

Предельно допустимые нормы [15] уровня шума для рабочих мест приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Допустимые уровни звукового давления и уровня звука на рабочих местах

| Рабочие места | Уровни звукового давления, дБ, в активной полосе частот, Гц | | | | | | | | Уровни звука, дБ |
|---------------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| А | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |

А - помещение конструкторских бюро, лаборатории для теоретических работ.

Уровень шумов от компьютеров (шум вентиляторов системы охлаждения) соответствует пункту А таблицы 6.4, т.е. его уровень соответствует норме.

6.1.1.5 Психофизические факторы

Основную часть времени разработчик-программист проводит за работой на персональном компьютере, в следствие чего может ухудшиться зрение, а также возникнуть проблемы со здоровьем в результате неправильной рабочей позы.

Необходимо отрегулировать настройки персонального компьютера, чтобы не было негативного влияния на зрение работника. Для этого необходимо [16]:

- настроить яркость дисплея на приемлемый для глаз уровень;

- увеличить шрифт на экране для удобного чтения;
- настроить контрастность и насыщенность цветов, чтобы глаза не утомлялись во время длительной работы за компьютером.

Во-вторых, рабочее место должно быть максимально удобным, т.к. в результате неправильной позы могут возникнуть проблемы с шейными и поясничными отделами позвоночника. Для организации правильной рабочей позы, а также организации отдыха работника необходимо соблюдать требования, описанные в документе СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [11]:

- расстояние от экрана монитора до глаз работника должно составлять 60 - 70 см;
- высота, ширина и глубина рабочего стола должна быть комфортной;
- рабочий стул должен быть удобным и регулироваться по высоте и углам наклона спинки;
- экран монитора должен быть антибликовым;
- каждые 2 часа необходимо делать небольшие перерывы по 20 минут;
- работа за компьютером не должна превышать 6 часов.

Несоблюдение вышеуказанных правил может привести к получению работником травмы или развития заболевания. Поэтому на предприятии должен проводиться плановый медицинский осмотр всех работников для контроля за состоянием здоровья сотрудников.

6.2 Техника безопасности

Техника безопасности – это система организационных мероприятий и технических средств, которые направлены на предотвращение воздействия на работающих опасных производственных факторов, являющихся причиной травм или внезапного резкого ухудшения здоровья.

Техника безопасности является частью охраны труда и включает такие мероприятия, как обучение и инструктаж работающих по вопросам безопасности труда, поддержание в технически безопасном состоянии зданий и сооружений, разработку средств коллективной и индивидуальной защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов, а также организацию обеспечения этими средствами рабочих и служащих [17].

6.2.1 Электробезопасность

ПЭВМ и периферийные устройства являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе с компьютером возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Согласно с [16] рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Помещение, в котором расположено рабочее место, относится к категории без повышенной опасности, и соответствует установленным условиям согласно с [18]:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50%;
- средняя температура около 24°С;
- наличие непроводящего полового покрытия.

6.2.3 Региональная безопасность

Под региональной безопасностью подразумеваются меры, предпринимаемые для ограничения негативного влияния человеческой деятельности на окружающую среду.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы загрязнения атмосферы не происходило, т.к. никаких выбросов в воздух не происходило, также никакого влияния не оказывается на гидросферы, в связи с отсутствием сбросов в водоем.

Загрязнение литосферы может происходить бытовыми отходами. Наиболее рациональным способом защиты от этого является переработка мусора. Основным отходом в процессе работы была макулатура, ее утилизация происходит на станции вторсырья.

6.2.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

При выполнении выпускной квалификационной работы основная нагрузка приходится на центральную нервную систему, так как происходит умственная работа. При проектировании необходимо организовать комфортные условия для полноценной работы.

По нормам [16] на протяжении рабочего дня должны быть регламентированы перерывы для качественной работы. Время перерывов в течение рабочей смены устанавливается с учетом её длительности, вида и категории трудовой деятельности.

Правильное положение оператора за ПК показано на рисунке 6.1.

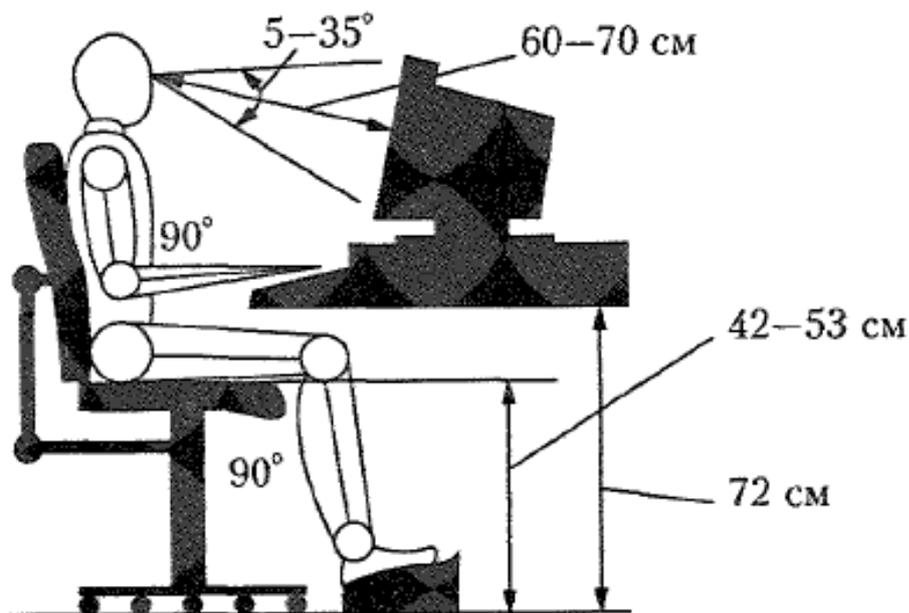


Рисунок 6.1 - Правильная позиция оператора за компьютером

Схема размещения рабочих мест с ПК приведена на рисунке 6.2.

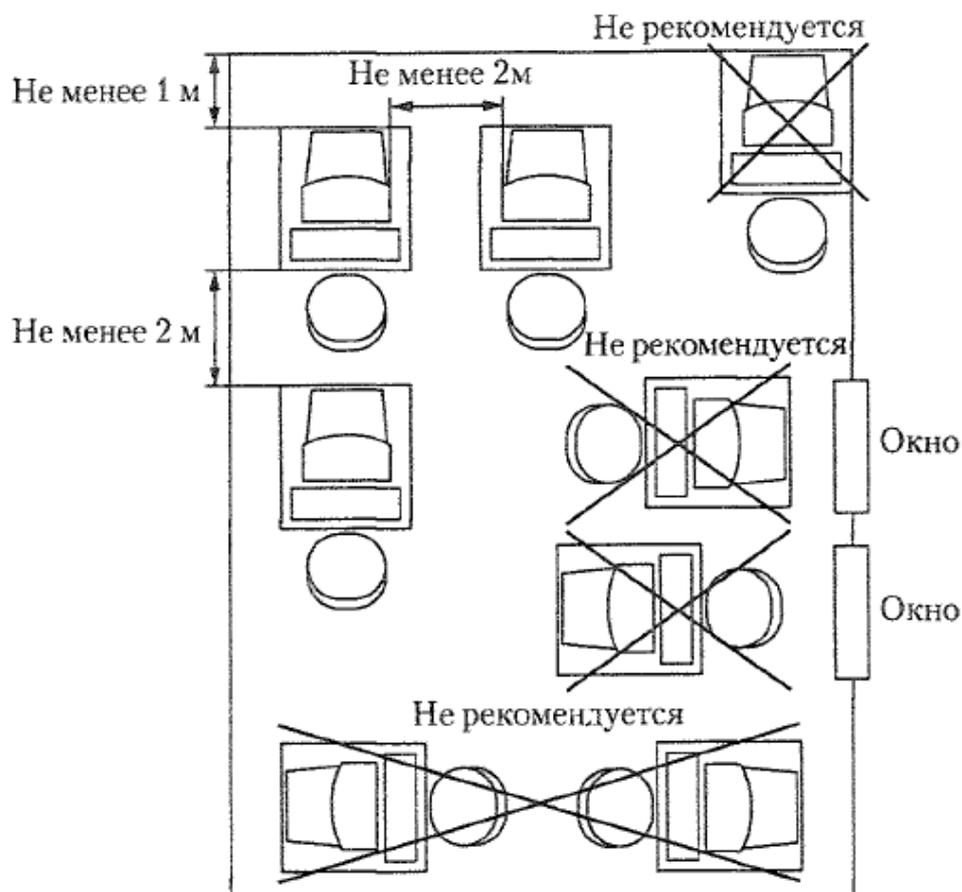


Рисунок 6.2 - Расположение компьютеров в помещении

Мероприятия по организации рабочих мест заключаются в следующем: необходимо вместо стандартных парт установить специальные столы с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов и записей в зоне оптимальной досягаемости правой руки, предусматривающие возможность регулировки высоты клавиатуры и экрана монитора.

6.3 Чрезвычайные ситуации

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара, так как на рабочем месте располагается большое количество ЭВМ. В соответствии с нормами пожарной безопасности [19], помещения с ЭВМ относятся к категории В (пожароопасные).

Основные причины возникновения возгораний:

- нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, эксплуатация его в неисправном состоянии;
- перегрузка электрических сетей;
- применение неисправных осветительных приборов, электропроводки и устройств, дающих искрение, замыкание и т.п.;
- курение в неустановленных местах.

Для предупреждения возгораний в помещении необходимо соблюдать следующие мероприятия:

- соблюдать установленный режим эксплуатации электрических сетей, компьютеров и других устройств;
- соблюдать противопожарные нормы и правила при установке оборудования;
- проводить технические осмотры и планово-предупредительные ремонты оборудования и технических средств

противопожарной защиты и пожаротушения (огнетушители) согласно утвержденного графика.

В помещении должен быть установлен углекислотный огнетушитель типа ОУ-5 для тушения пожаров.

При возникновении пожара здание необходимо покидать в соответствии с планом эвакуации, которые размещены на каждом этаже.

План эвакуации приведен на рисунке 6.3.

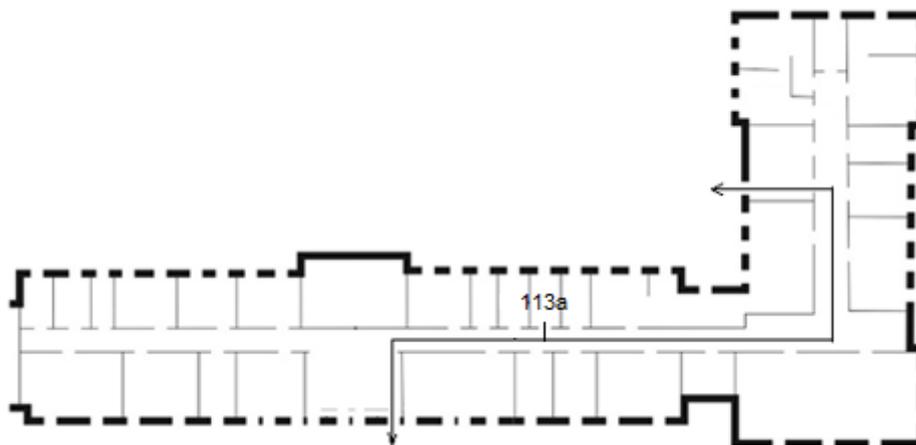


Рисунок 6.3 - План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещения учебного корпуса №10, пр. Ленина, 2 - 1 этаж, 113 аудитория

6.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.

Надзор и контроль в организациях различных организационно-правовых форм и форм собственности проводятся уполномоченными на то государственными органами в соответствии с федеральными законами.

Органы, регулирующие соблюдение федерального законодательства и нормативных правовых актов: Федеральная инспекция труда, Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России) Федеральная служба по надзору в

сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России)).

Для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в России существует Единая государственная система, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы было разработано программно-методическое обеспечение для изучения контроллера LOGO! фирмы Siemens и выполнения лабораторной работы по программированию контроллера в программной среде LOGO!Soft Comfort.

Выполнение данной лабораторной работы нацелено на получение знаний студентами о составе и технических характеристиках комплекса LOGO!, программном пакете LOGO!Soft Comfort. Выполнение разработанной лабораторной работы поможет студентам получить практические навыки по программированию контроллера на языках FBD и LAD.

Результаты работы будут использоваться студентами кафедры АиКС НИ ТПУ, обучающимися по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах».

THE CONCLUSION

As a result, the graduate work program supporting for the study was designed with controller LOGO! Company of Siemens, and the laboratory work of programming of controller in the software environment of LOGO! Soft Comfort was performed.

Implementation of this lab aims to help students to acquire knowledge about the composition and technical characteristics of complex software package LOGO! In LOGO! Soft Comfort. The performing of the laboratory work is designed to help students to gain practical skills in programming of controller in the languages FBD and LAD.

The results will be applied by the Department of AiKS TPU students studying on the direction 27.03.04 "Control in technical systems."

Список использованных источников

1. Продукция SIEMENS [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<http://www.aldis.ru/siemens/products/>
2. Программируемые контроллеры SIMATIC S7 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://automation-drives.ru/as/products/simatic_s7/
3. Курс лекций по дисциплине «Автоматизированные информационно-управляющие системы», Скороспешкин В.Н.
4. Логические модули LOGO! [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<http://www.promspecrele.ru/documents/logo.html>
5. Логические модули LOGO! [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<http://www.prosoft.ru/products/brands/siemens/2153/3532/>
6. LOGO! Manual_Russian/ LOGO! Руководство – 2008. – 290 с.
7. LOGO! Документация [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<http://automation-drives.ru/as/download/doc/microsystems/logo/>
8. Контекстная помощь пакета LOGO! Soft Comfort V5.0
[Электронный ресурс]
9. Парр, Э.. Программируемые контроллеры : руководство для инженера: пер. с англ. / Э. Парр. — пер. 3-го англ. изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 517 с.
10. Датчики-реле уровня РОС 301
<http://www.rizur.ru/uploads/data/file/ros301.pdf>
11. СанПиН 2.22.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
12. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
13. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
14. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

15. ГОСТ 12.1.003-83 Шум Общие требования безопасности, 1983.
16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
17. Словари и энциклопедии [Электронный ресурс]. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/
18. ГОСТ 12.1.019–85 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты, 1985.
19. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, утв. Приказом ГУ ГПС МВД РФ от 31.10.95 № 32.
20. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
21. Постановление от 30 декабря 2003 г. N 794 О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159106/

Приложение А – Методические указания по выполнению лабораторной работы

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю

Заместитель директора по учебной работе Института Кибернетики

_____ С.А. Гайворонский

« ____ » _____ 2016 г.

Пэй Синьсинь

Программирование микропроцессорного контроллера LOGO в LOGO!Soft Comfort

Методические указания к выполнению лабораторной работы № __ по курсу «Автоматизированные информационно- управляющие системы» для студентов, обучающихся по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах»

Издательство
Томского политехнического университета
2016

УДК 681.325.5-181.48(076.5)

ББК _____

П _____

Пэй Синьсинь

_____ Методические указания к выполнению лабораторной работы №___ по курсу «Автоматизированные информационно- управляющие системы» для студентов направления 27.03.04 «Управление в технических системах»

/ Пэй Синьсинь. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 43 с.

УДК 681.325.5-181.48(076.5)

ББК _____

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры автоматизи и компьютерных систем ИК «___» _____ 2016 г.

Зав. кафедрой АиКС

к.т.н

_____ А.С. Фадеев

Председатель учебно-методической

комиссии

Рецензент

Доцент, кандидат технических наук

В.С. Аврамчук

© Пэй Синьсинь, 2016

© Томский политехнический университет, 2016

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2016

Оглавление

| | |
|--|------------|
| 1. СОСТАВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТРОЛЛЕРОВ LOGO!..... | 115 |
| СОСТАВ КОНТРОЛЛЕРОВ LOGO! | 115 |
| 2. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА..... | 116 |
| 3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ LOGO! SOFT COMFORT..... | 119 |
| 3.1 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СРЕДЫ LOGO! SOFT COMFORT | 119 |
| 3.2 ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ В LOGO! SOFT COMFORT | 122 |
| 3.3 ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ | 124 |
| 3.4 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ И ОТЛАДКИ ПРОГРАММ..... | 127 |
| 4 ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ | 140 |
| 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ..... | 142 |
| 6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА | 151 |
| 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ..... | 152 |

Цель работы: изучение контроллера LOGO! фирмы Siemens и получение практических навыков по программированию контроллера в среде LOGO! Soft Comfort.

1. Состав и технические характеристики контроллеров LOGO!

Состав контроллеров LOGO!

LOGO! включает в себя:

- устройство управления;
- панель управления и индикации с фоновой подсветкой;
- блок питания;
- интерфейс для модулей расширения;
- интерфейс для программного модуля (платы) и кабеля PC;
- готовые стандартные функции, часто используемые на практике, например, функции задержки включения и выключения, импульсное реле и программный выключатель;
- часовой выключатель;
- цифровые и аналоговые флаги;
- входы и выходы в соответствии с типом устройства.

Технические характеристики контроллеров LOGO! приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики контроллеров LOGO!

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| Логические модули LOGO! Basic Логические модули LOGO! Pure | LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo | LOGO! 24 LOGO! 24o | LOGO! 24RC LOGO! 24RCo | LOGO! 230RC LOGO! 230RCo |
| Номинальное напряжение питания | 12/24 В | 24 В | 24 В постоянного или переменного тока | 115/230 В постоянного или переменного тока |
| Количество входов | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | I7 и I8 могут использоваться для ввода сигналов от 0 до 10 В | | – | |
| Количество выходов | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Тип выходов | реле | транзисторы | реле | реле |
| Запас хода часов при отключении напряжения питания модуля и при +25° С, ч | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Рабочая температура, °С | от 0 до 55 | от 0 до 55 | от 0 до 55 | от 0 до 55 |
| Габариты, мм | 72 x 90 x 50 | 72 x 90 x 50 | 72 x 90 x 50 | 72 x 90 x 50 |

2. Структурная схема лабораторного стенда

Структурная схема лабораторного стенда и схема внешних соединений представлены на рисунках 1 и 2.

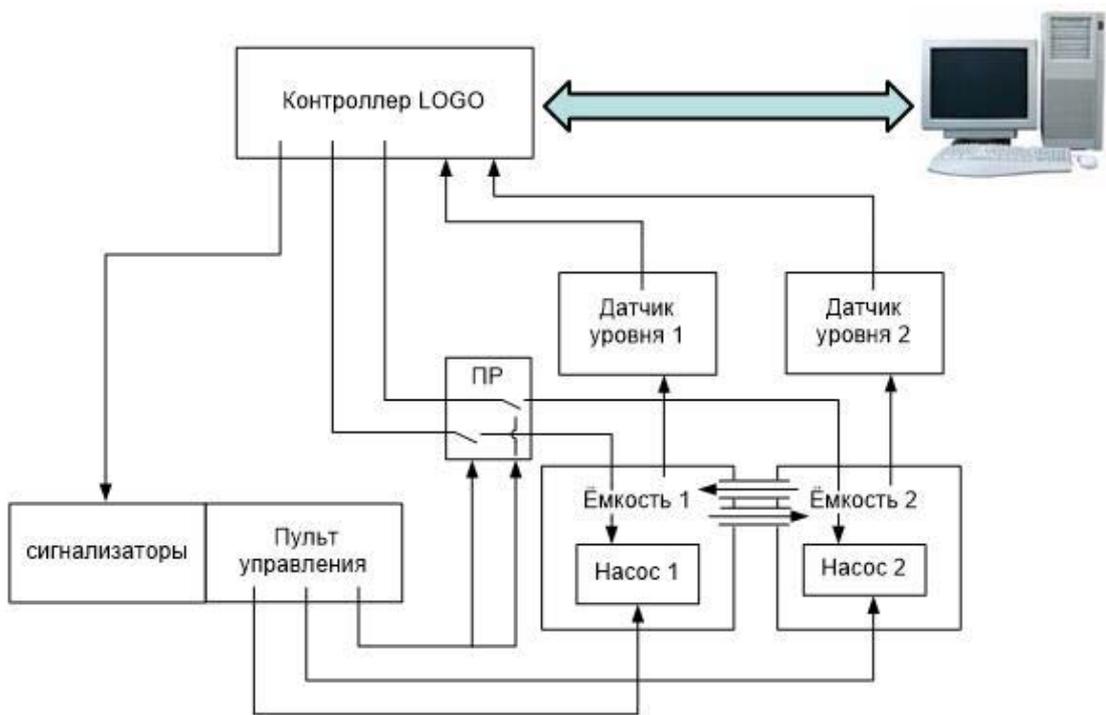


Рисунок 1 - Структурная схема лабораторного стенда

В состав лабораторного стенда входят:

- контроллер LOGO! 230 RC и модуль расширения LOGO! DM 230R;
- панель лампочек и кнопок;
- персональный компьютер;
- датчики уровня;
- емкости и насосы.

Схема внешних соединений комплекса представлена на рисунке 2.

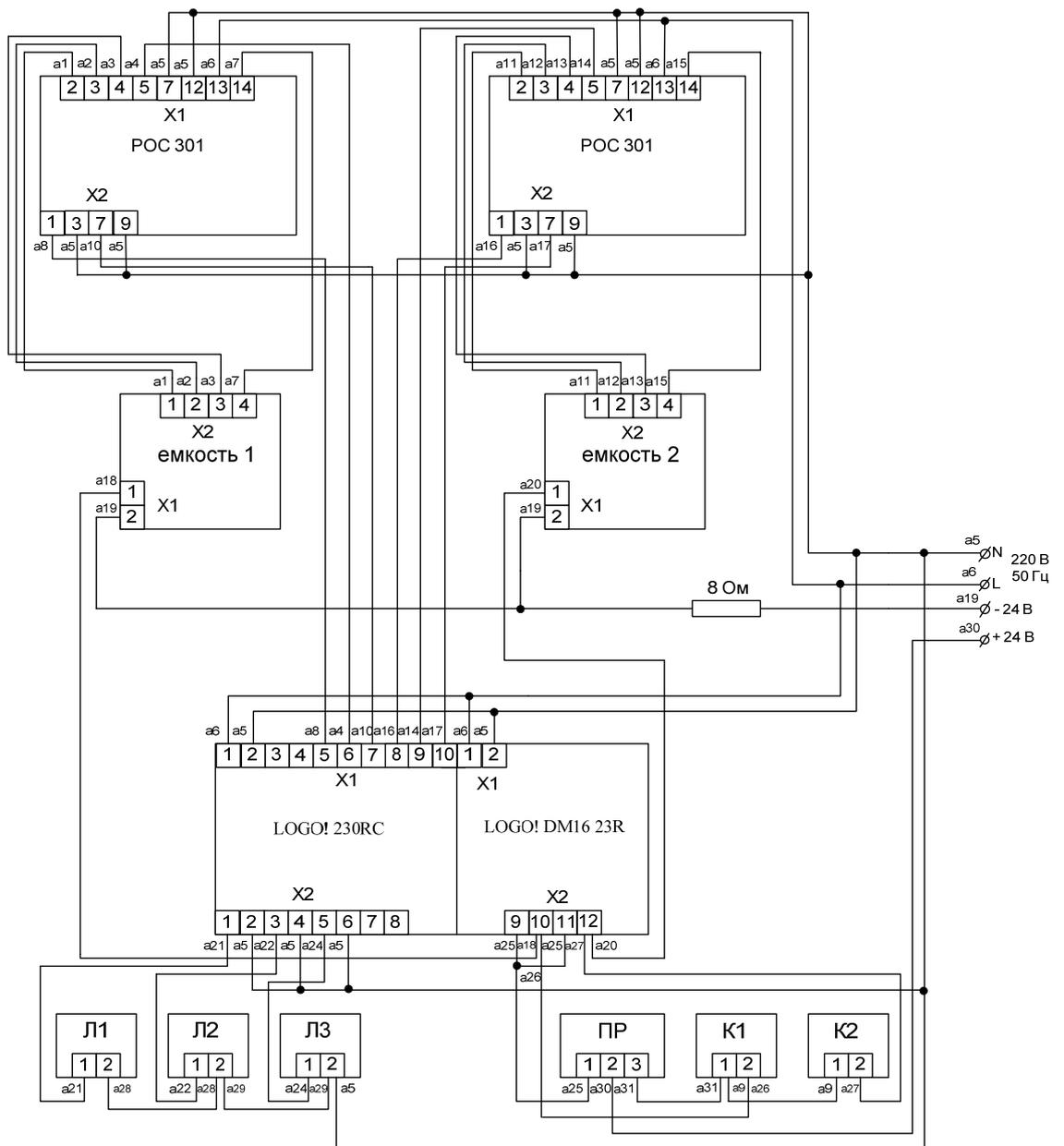


Рисунок 2 - Схема внешних соединений комплекса

- Л1,Л2,Л3: лампочки 1,2,3.
- ПР: переключатель режимов.
- К1,К2: кнопки 1,2.

3 Программирование в среде LOGO!Soft Comfort

3.1 Пользовательский интерфейс среды LOGO!Soft Comfort

Программное обеспечение LOGO!Soft Comfort V5.0 запускается с пустым интерфейсом пользователя.



Рисунок 3 - Главный интерфейс

Для создания новой программы необходимо нажать на значок  (Новый), в результате чего LOGO!Soft Comfort создаст новую, пустую коммутационную программу.

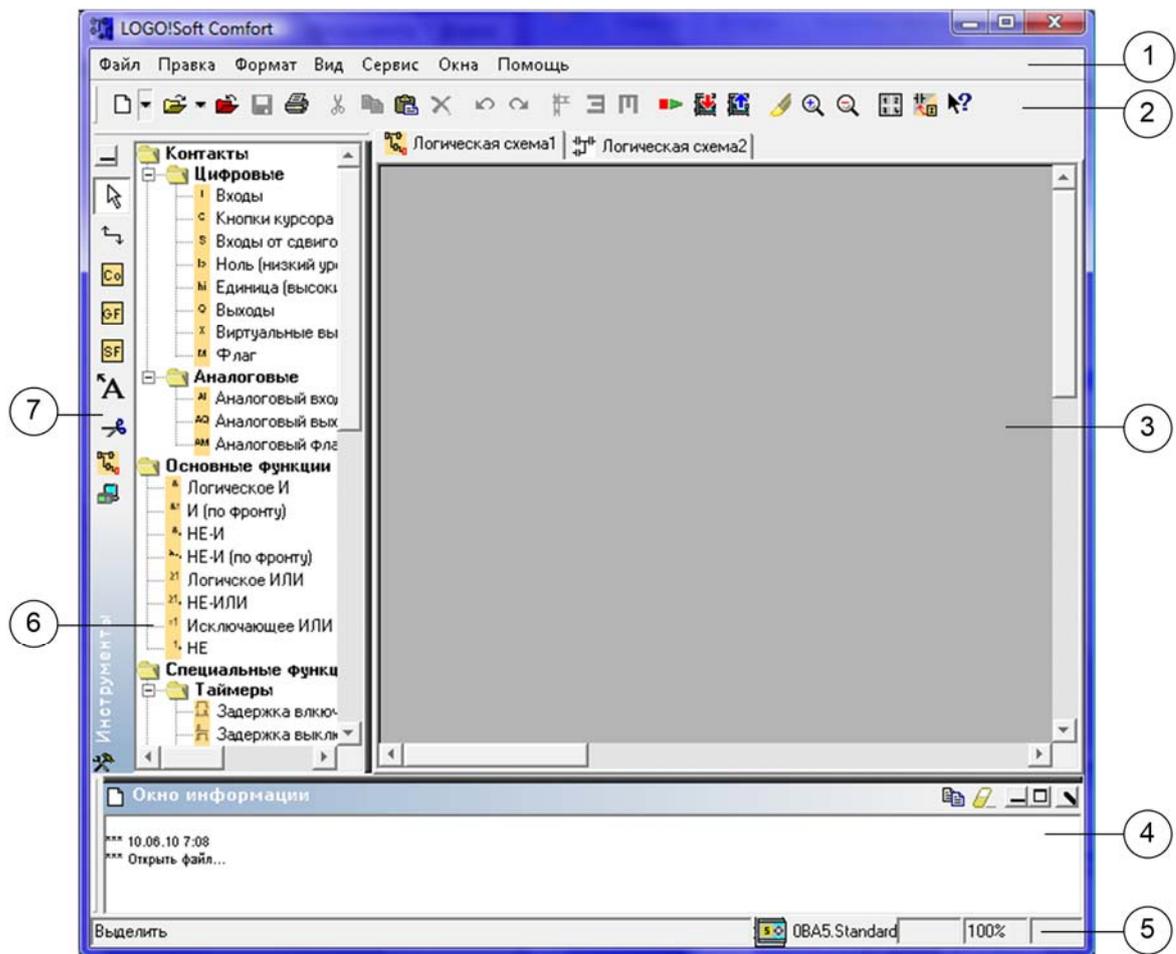


Рисунок 4 - Пользовательский интерфейс

На рисунке 4 приведены обозначения:

1 - Панель меню. 2 - Стандартная панель инструментов. 3 - Интерфейс программирования. 4 - Окно информации. 5 - Строка состояния. 6 - Постоянные и соединители, базовые функции (только для редактора функциональных блок-схем), специальные функции. 7 - Панель инструментов программирования

Панель меню

Панель меню расположена в верхней части окна LOGO!Soft Comfort. На ней располагаются различные команды для редактирования и управления коммутационными программами, а также функции для задания параметров по умолчанию и для передачи коммутационной программы в систему LOGO! и из нее. Панель меню приведена на рисунке 5:

Рисунок 5 – Панель меню

Панели инструментов

LOGO!Soft Comfort содержит следующие три панели инструментов:

- стандартная панель инструментов
- панель инструментов программирования
- панель инструментов эмуляции

Стандартная панель инструментов находится над интерфейсом программирования. После запуска программа LOGO!Soft Comfort отображает сокращенную стандартную панель инструментов, в которой доступны только основные функции. Стандартная панель инструментов обеспечивает прямой доступ к основным функциям программы LOGO!Soft Comfort. После открытия коммутационной программы для редактирования в интерфейсе программирования отображается полная стандартная панель инструментов (рисунок 6):



Рисунок 6 – Стандартная панель инструментов

Пользователь можете пользоваться значками для создания новой коммутационной программы, сохранения и распечатки существующей программы, вырезки/копирования и вставки объектов, или инициирования передачи данных к устройствам LOGO! или от них. Вы можете воспользоваться мышью для выбора и перемещения стандартной панели инструментов. Панель инструментов всегда при ее закрытии привязывается к верхней части панели меню.

Панель инструментов программирования располагается в левой части экрана. Находящиеся в ней значки могут использоваться для перехода в другие режимы редактирования или для быстрого и легкого создания и

редактирования коммутационной программы. Панель инструментов программирования изображена на рисунке 7:

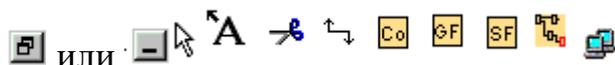


Рисунок 7 - Панель инструментов программирования

Пользователь может перетащить панель инструментов в другое место экрана при помощи мыши. Панель инструментов всегда при ее закрытии привязывается к верхней части панели меню.

Панель инструментов эмуляции необходима только для эмуляции коммутационных программ (рисунок 8):



Рисунок 8 - Панель инструментов эмуляции

Окно информации

Окно информации, расположенное в нижней части интерфейса программирования, отображает информацию и примечания, а также устройства LOGO. Окно информации изображено на рисунке 9:



Рисунок 9 - Окно информации

Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части окна программы. В ней отображаются текущий активный инструмент, состояние программы, коэффициент масштабирования, номер страницы электрической схемы и выбранное устройство LOGO!.

3.2 Языки программирования, использующиеся в LOGO!Soft Comfort

Пакет LOGO! Soft Comfort позволяет использовать для разработки программ следующие языки программирования: FBD (Function Block Diagram

[диаграмма функциональных блоков]) и LAD (Ladder Diagram [релейно-контактная схема]).

Function Block Diagram - графический язык программирования стандарта IEC 61131-3 (МЭК - международная электротехническая комиссия). Предназначен для программирования промышленных логических контроллеров (ПЛК).

Графическая программа состоит из функциональных блоков, соединений между ними и переменных соответствующих входам/выходам ПЛК. Программирование на нём представляет собой размещение (из специальных библиотек) на интерфейсе программирования логических блоков (И, ИЛИ, НЕ, триггеров, таймеров, счётчиков, блоков обработки аналогового сигнала) и установления связи между ними. Входом блока может являться вход ПЛК, внутренняя переменная ПЛК, константа, либо выход другого блока. Выходы блоков могут быть записаны во внутреннюю переменную ПЛК, поданы на входы других блоков, либо непосредственно на выходы ПЛК. Программа исполняется контроллером слева направо и сверху вниз, циклически (после выполнения последнего блока, снова выполняется первый). Шины питания на FBD диаграмме не показываются. FBD представление всегда получается нагляднее, чем в текстовых языках.

FBD предельно прост в изучении и удобен для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики.

Ladder Diagram - язык релейной (лестничной) логики. Применяются также названия: язык релейно-контактной логики, релейные диаграммы, релейно-контактные схемы, язык программирования релейно-лестничной логики стандарта IEC 61131-3.

Предназначен для программирования ПЛК. Синтаксис языка удобен для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Ориентирован на инженеров по автоматизации, работающих на промышленных предприятиях.

Программа на языке релейной логики имеет наглядный и интуитивно понятный инженерам-электрикам графический интерфейс, представляющий логические операции, как электрическую цепь с замкнутыми и разомкнутыми контактами. Протекание или отсутствие тока в этой цепи соответствует результату логической операции (*true* если ток течет; *false* если ток не течет).

Основными элементами языка являются контакты, которые можно образно уподобить паре контактов реле или кнопки. Пара контактов отождествляется с логической переменной, а состояние этой пары - со значением переменной.

Различаются нормально замкнутые и нормально разомкнутые контактные элементы, которые можно сопоставить с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми кнопками в электрических цепях.

- Нормально разомкнутый контакт разомкнут при значении *false*, назначенной ему переменной и замыкается при значении *true*.
- Нормально замкнутый контакт, напротив, замкнут, если переменная имеет значение *false*, и разомкнут, если переменная имеет значение *true*.

Итог логической цепочки копируется в целевую переменную, которая по-английски называется *coil*. Это слово имеет множество технических значений (нить накаливания лампы, обмотка реле или электродвигателя и т.п.). Здесь же обобщенный образ исполнительного устройства, поэтому в русскоязычной документации обычно говорят о выходе цепочки, хотя можно встретить и частные значения термина *coil*, например катушка.

3.3 Основные и специальные функции, используемые при программировании

Первым шагом при программировании в LOGO!Soft Comfort является выбор блоков для программы из списка блоков в левой части экрана или при помощи панели инструментов программирования.

Под **Co** (Constant [констант]) в панели инструментов программирования находится группа констант и соединителей, то есть можно осуществить выбор входов/выходов и постоянных сигналов. Под **GF** (Basic Function) находится группа элементарных логических функций булевой алгебры, то есть стандартные цифровые логические блоки. Под **SF** (Special Function) можно найти специальные функции. Также можно вызвать соответствующие группы функции через ключи функции.

-  (F6) – Константы и соединители

Этот инструмент должен быть выбран, если необходимо разместить входные блоки, выходные блоки, флаги или константы (высокий уровень, низкий уровень) на интерфейсе программирования (таблица 2).

Таблица 2 - Константы и соединители

| В редакторе FBD | | | | | | | | | | | В редакторе LAD | | | | | |
|-----------------|------------------------------|---|----|----|---|---|---|----|-----------------------|----|-----------------|--|--|--|--|--|
| I | C | S | lo | hi | Q | X | M | AI | AQ | AM | | | | | | |
| I | Входы | | | | | | | | Замыкающий контакт | | | | | | | |
| C | Кнопки курсора | | | | | | | | Размыкающий контакт | | | | | | | |
| S | Входы от сдвигового регистра | | | | | | | | Аналоговый контакт | | | | | | | |
| lo | Постоянные логические уровни | | | | | | | | Катушка реле | | | | | | | |
| hi | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | Выходы | | | | | | | | Инвертированный выход | | | | | | | |
| X | Открытые соединители | | | | | | | | Аналоговый выход | | | | | | | |
| M | Флаги | | | | | | | | | | | | | | | |
| AI | Аналоговые входы | | | | | | | | | | | | | | | |
| AQ | Аналоговые выходы | | | | | | | | | | | | | | | |
| AM | Аналоговые флаги | | | | | | | | | | | | | | | |

-  (F7) - Основные функции (только в редакторе FBD)

Этот инструмент необходимо выбрать, если требуется поместить стандартные блоки булевой логики в программный интерфейс (таблица 3).

Таблица 3 - Основные функции

| | | | |
|---|------------------|---|-----------------|
|  | Логическое И |  | Логическое ИЛИ |
|  | И (по фронту) |  | НЕ-ИЛИ |
|  | НЕ-И |  | Исключающее ИЛИ |
|  | НЕ-И (по фронту) |  | НЕ |

-  (F8) - Специальные функции (таблица 4)

Таблица 4 - Специальные функции

| Таймеры | | Аналоговые | |
|---|--|---|---|
|  | Задержка включения |  | Аналоговый компаратор |
|  | Задержка выключения |  | Аналоговый пороговый выключатель |
|  | Задержка Вкл./ Выкл. |  | Аналоговый усилитель |
|  | Задержка включения с запоминанием |  | Контроль аналоговых величин |
|  | Интервальное реле времени (вывод импульса) |  | Аналоговый разностный пороговый выключатель |
|  | Интервальное реле времени, запускаемое фронтом |  | Аналоговый мультиплексор |
|  | Генератор асинхронных импульсов | Управление и регулирование | |
|  | Генератор случайных импульсов | | |
|  | Выключатель света на лестничной клетке |  | Регулятор |
|  | Двухфункциональный выключатель | Прочие | |
|  | Семидневный часовой выключатель |  | Самоблокирующееся реле |
|  | Двенадцатимесячный часовой выключатель |  | Импульсное реле |
| Счетчики | |  | Тексты сообщений |

Продолжение таблицы 4

| | | | |
|---|---------------------------------|---|-------------------------|
|  | Реверсивный счетчик |  | Программный выключатель |
|  | Счетчик рабочего времени |  | Регистр сдвига |
|  | Пороговый выключатель (Триггер) | | |

3.4 Порядок разработки и отладки программ

Разработка и отладка программ предусматривает следующий алгоритм выполнения:

1.Использовать программное обеспечение LOGO! Soft Comfort для создания программы в редакторе FBD или LAD.

2.Проверить способность работы созданной программы с помощью функции «эмуляции» в ПО LOGO! Soft Comfort.

3.Перенести программу в контроллер LOGO! 230RC и проверить ее работоспособность.

На рисунке 10 представлены лампочки, соответствующие определенным выходам:

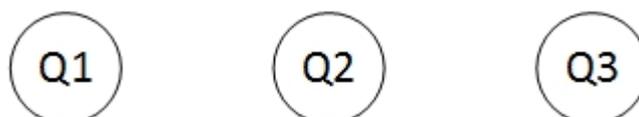


Рисунок 10 - Лампочки

Последовательность включения лампочек следующая:

Шаг 1: включается лампочка 1;

Шаг 2: выключается лампочка 1, включается лампочка 2;

Шаг 3: выключается лампочка 2, включается лампочка 3;

Шаг 4: выключается лампочка 3, включается лампочка 1.

Далее этот процесс повторяется бесконечно.

(1) Для создания программы работы гирлянды в программном обеспечении LOGO! Soft Comfort сначала необходимо запустить программу. Сразу после запуска появится главный интерфейс программы (рисунок 11):



Рисунок 11 - Главный интерфейс

Для создания новой программы необходимо нажать на значок  (Новый) в стандартной панели инструментов или на клавиши быстрого выбора [Ctrl+N], в результате чего LOGO!Soft Comfort откроет редактор FBD (диаграмма (схема) функциональных блоков).

Введение свойств проекта выполняется в окне «Свойства» (рисунок 12):

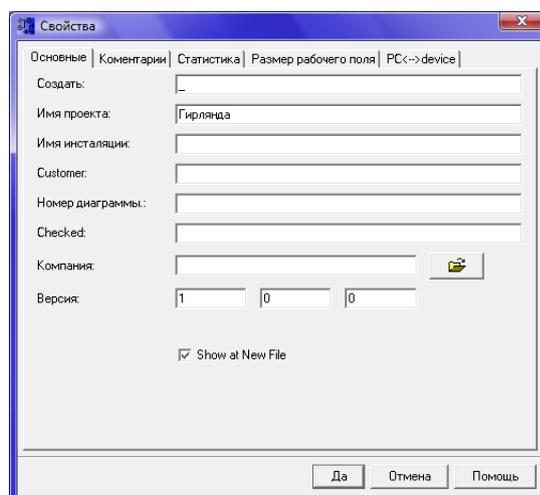


Рисунок 12 - Окно «Свойства» нового проекта

Данное окно содержит следующие вкладки:

- Основные
- Комментарии
- Статистика
- Размер рабочего поля
- Параметры проекта: имя программы, пароль программы и т.д.

После введения всех необходимых параметров нажать кнопку «Да». В результате, окно программы будет выглядеть следующим образом:

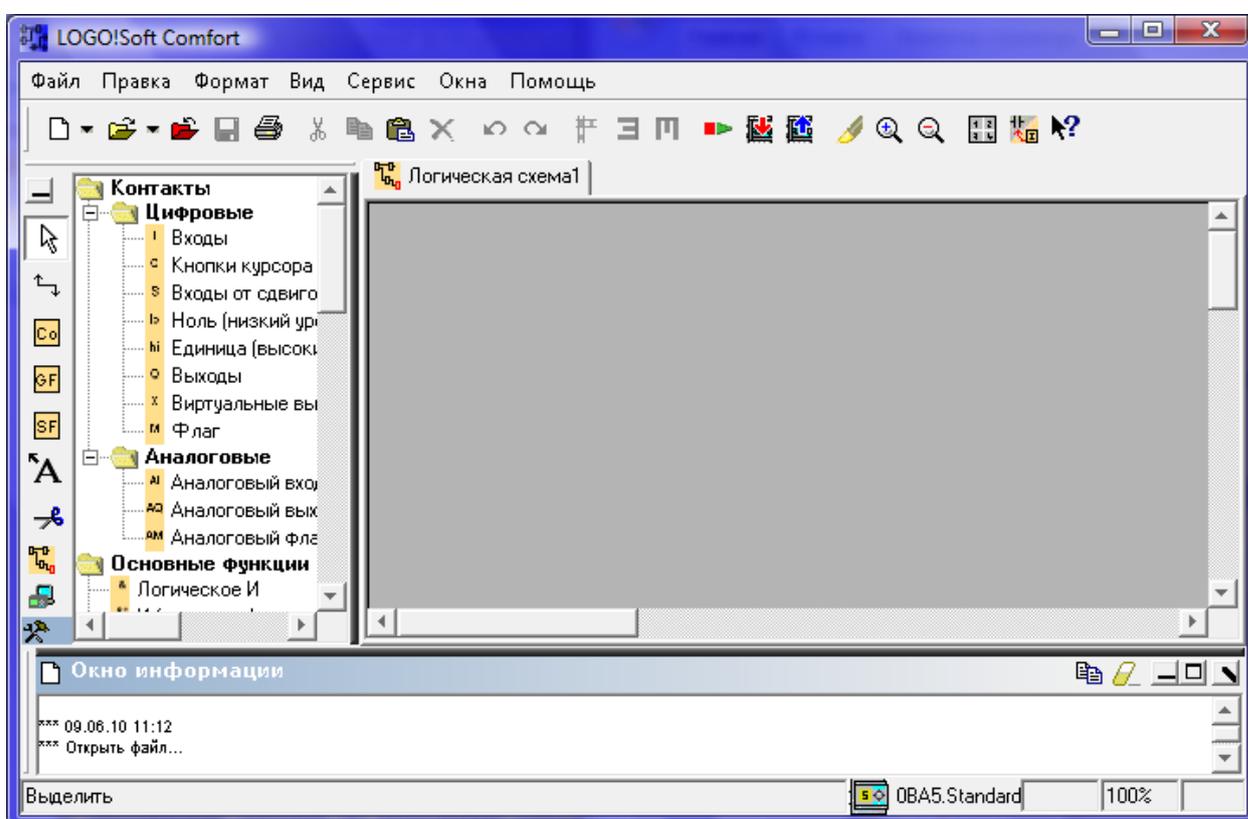


Рисунок 13 - Интерфейс программирования LOGO!Soft Comfort при создании программы в редакторе FBD

В левом окне можно выбирать необходимые для данной программы функциональные блоки (контакты, основные функции и специальные функции). В правом окне следует строить диаграмму функциональных блоков.

Первым шагом при создании программы является выбор блоков из списка блоков в левой части экрана или при помощи панели инструментов программирования. При нажатии левой кнопкой мыши на значок группы

блоков  (константы и соединители),  (основные функции) или  (специальные функции) все блоки, принадлежащие выбранной группе функций отобразятся под интерфейсом программирования (рисунок 14):

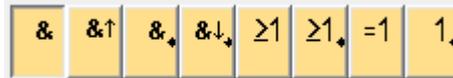


Рисунок 14 - Группа основных функций

В данной программе будут использованы следующие блоки:

- 1) Входы high .
- 2) Задержки включения . Эти блоки необходимы для того, чтобы сигнал на выход поступал не одновременно, а последовательно.
- 3) Генератор асинхронных импульсов . С помощью этого блока можно определить форму импульса на выходе путем задания отношения длительности импульса к длительности паузы.
- 4) Выходы Q1, Q2, Q3  (лампочки) для отображения работы гирлянды.

Следующий шаг заключается в размещении и соединении выбранных блоков на интерфейсе программирования. (рисунок 15)

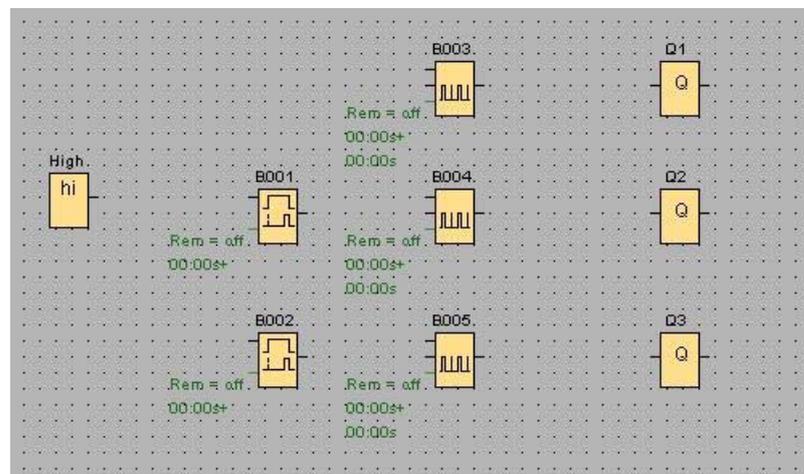


Рисунок 15 - Выбранные блоки на интерфейсе программирования

Для того чтобы выполнить соединения, следует левой кнопкой мыши нажать на значок соединителя , навести указатель мыши на соединительный элемент (вход или выход) блока, нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, переместить указатель мыши от исходного соединительного элемента к целевому соединительному элементу. При этом вокруг целевого соединительного элемента отобразится синяя рамка и название входа блока. Затем отпустить кнопку мыши. LOGO!Soft Comfort выполняет соединение двух клемм.

Следует выполнить следующие соединения:

1. Выход блока high  соединить с входом генератор асинхронных импульсов  B003. Нажать два раза на левую кнопку мыши по блоку для того, чтобы открыть окно свойств блока. Или один раз на правую кнопку мыши → Свойства блока. Установка представлена на рисунке 16.

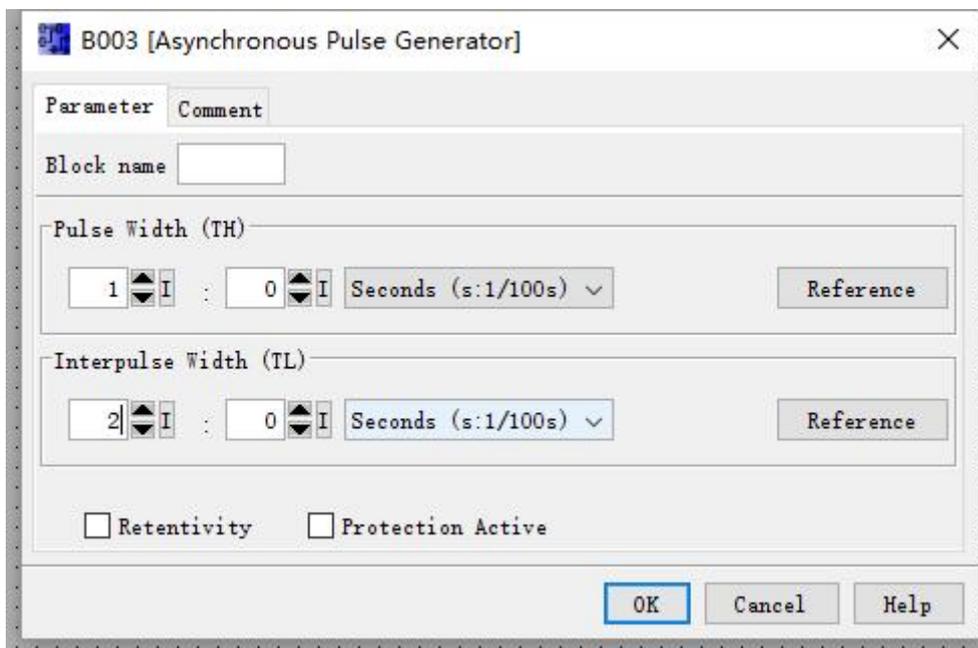


Рисунок 16 - Окно настройки параметров генератор асинхронных импульсов B003

2. Выход блока high  соединить с входом Задержки включения  B001. Потом выход задержки включения соединить с входом генератор асинхронных импульсов  B004. Установка представлена на рисунке 17,18.

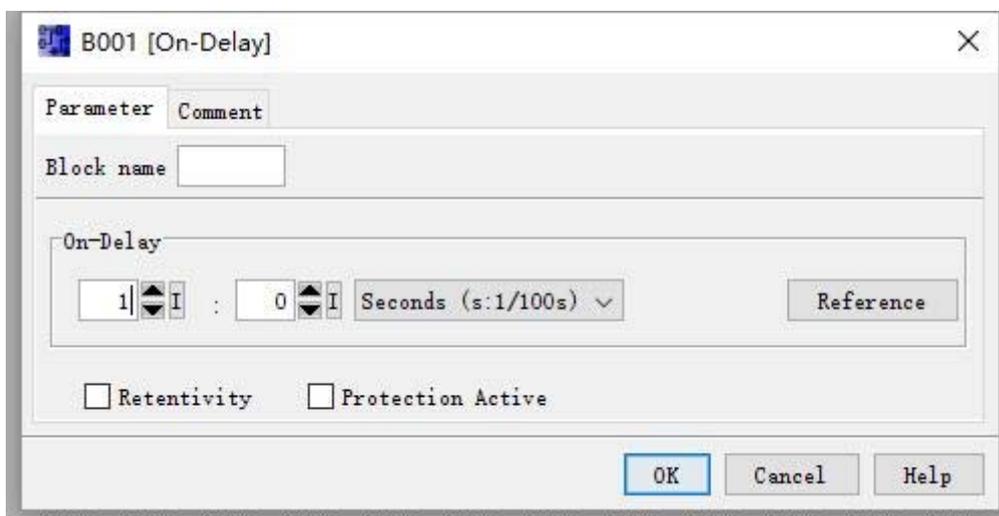


Рисунок 17 - Окно настройки параметров задержки включения с B001

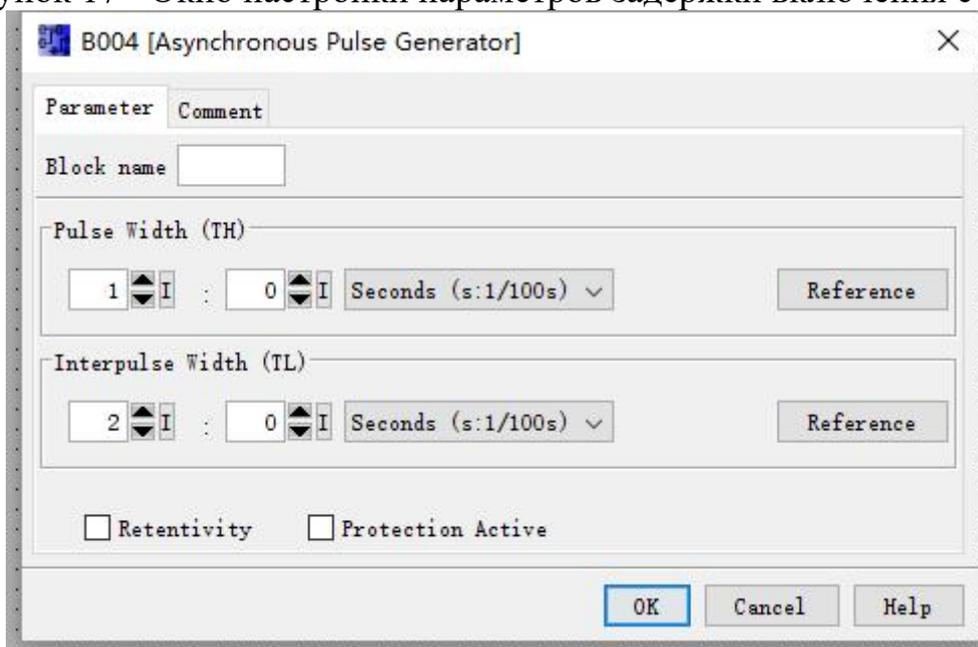


Рисунок 18 - Окно настройки параметров генератор асинхронных импульсов с B004

3. Выход блока high  соединить с входом Задержки включения  B002. Потом выход задержки включения соединить с входом генератор асинхронных импульсов  B005. Установка представлена на рисунке 19,20.

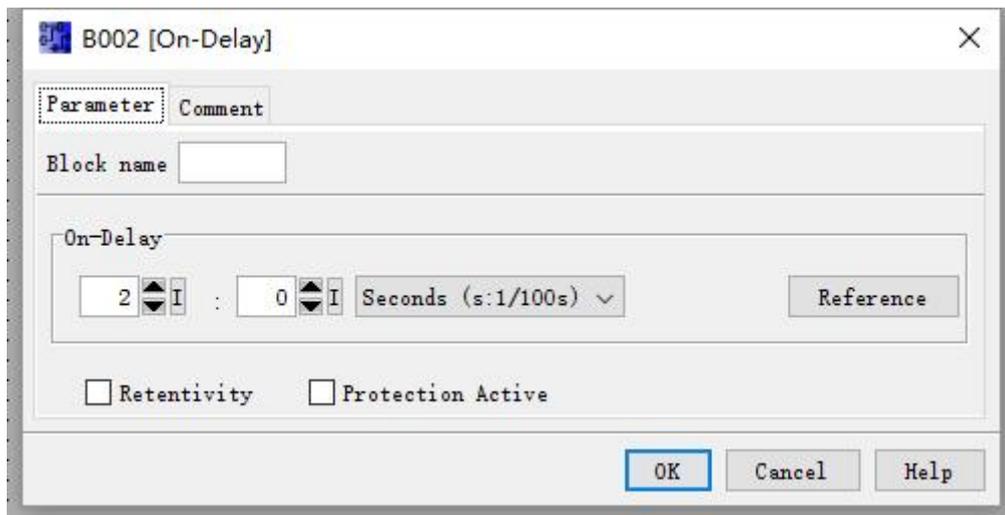


Рисунок 19 - Окно настройки параметров задержки включения с B002

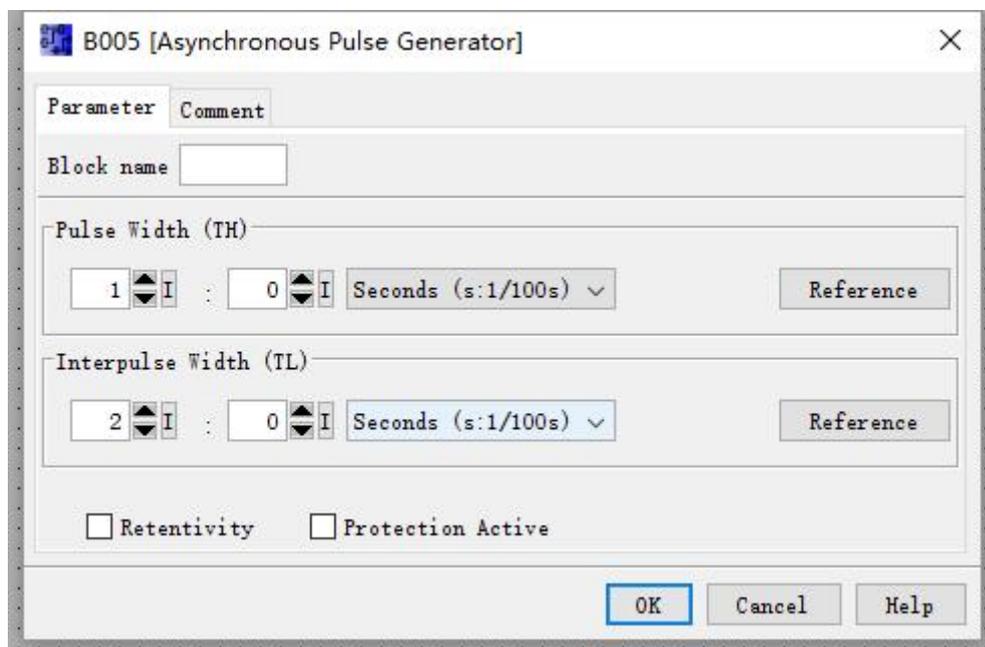


Рисунок 20 - Окно настройки параметров генератор асинхронных импульсов с B005

В конце соединить выходы Q1,Q2,Q3.

Результат выполненных соединений (рисунок 21):

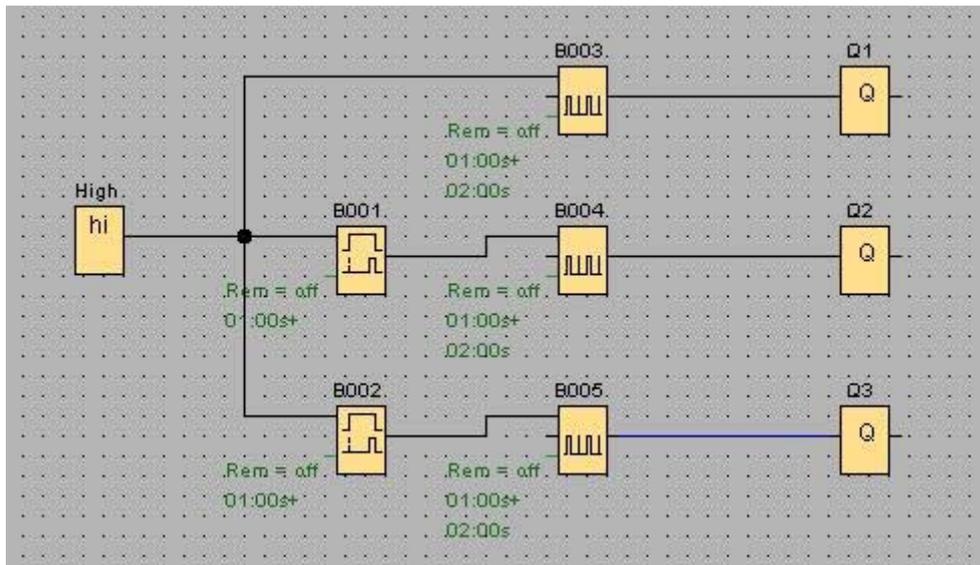


Рисунок 21 – Соединенные блоки

Создание аналогичной программы на языке LAD осуществляется в той же последовательности. Программа представлена на рисунке 22.

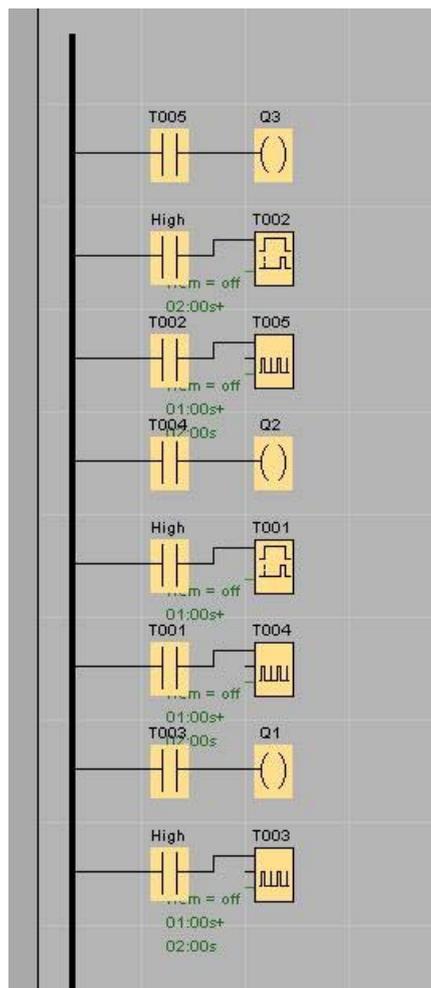


Рисунок 22 - Программа с лампочек на языке LAD

(2) Для проверки работоспособности созданных программ с помощью эмуляции в LOGO! Soft Comfort, необходимо нажать на кнопку «эмуляция»  на панели инструментов программирования или нажать на клавишу F3. В результате появится панель инструментов эмуляции, расположенная ниже интерфейса программирования:

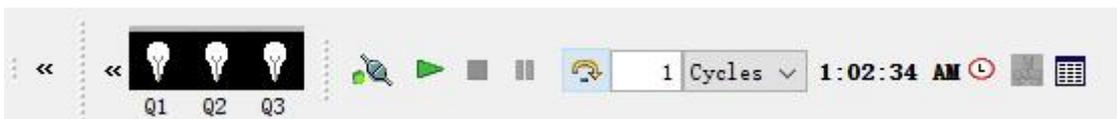
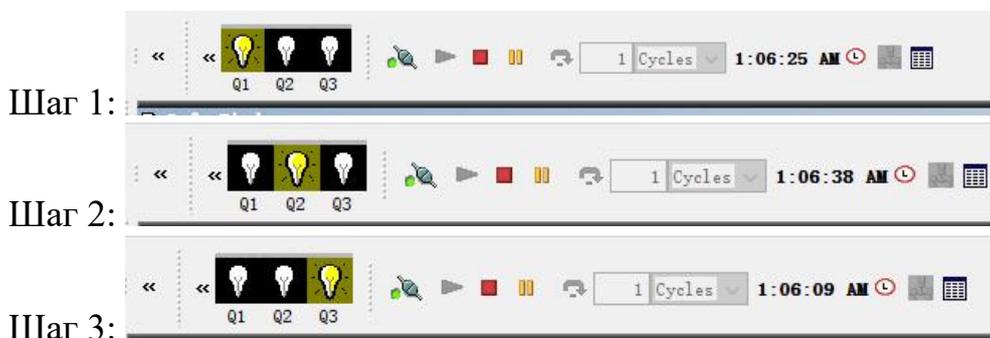


Рисунок 23 - Панель инструментов эмуляции

Можно наблюдать эмуляцию в пошаговом режиме. Для этого следует нажать на значок «Стоп эмуляция»  .t



Шаг 1:

Шаг 2:

Шаг 3:

(3) Для передачи созданной программы в контроллер LOGO! 230RC необходимо нажать на кнопку «PC → LOGO!»  или на клавиши быстрого выбора [Ctrl+D]. Для запуска программы переключить LOGO! в режим программирования и выбрать меню «Start» в главном меню LOGO! (рисунок 24):

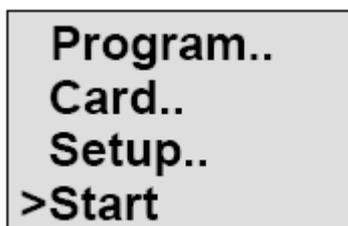


Рисунок 24 - Главное меню LOGO!

Программа управления насосами и уровнем жидкости в емкостях

На рисунке 25 изображены датчики и насосы, соответствующие определенным входам и выходам:

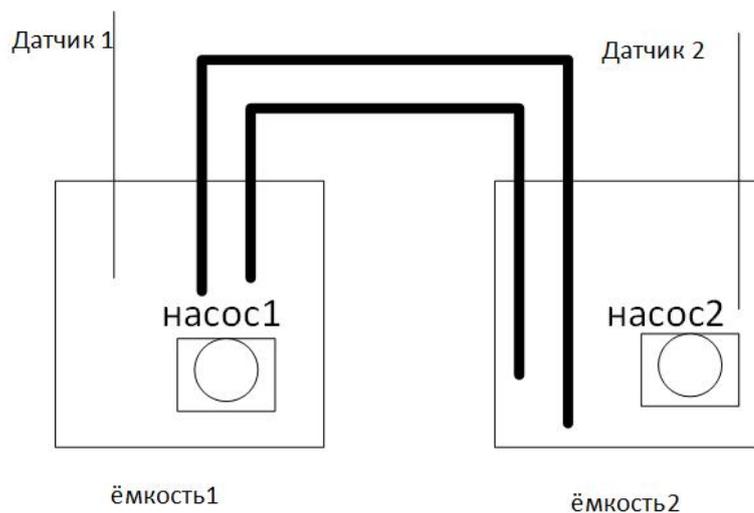


Рисунок 25 - датчики и насосы

Если вода в любой емкости поднимается выше определенного уровня, то включается насос и перекачивает воду в другую емкость.

Для создания программы в программном обеспечении LOGO! Soft Comfort сначала необходимо запустить программу. Сразу после запуска появится главный интерфейс программы.

(1) Для открытия редактора LAD (релейно-контактная схема) следует нажать на значок выпадающего списка на стандартной панели инструментов (маленькая стрелка на правой стороне значка Новый ) и выбрать в списке «Релейно-контактная схема (LAD)» (рисунок 26):

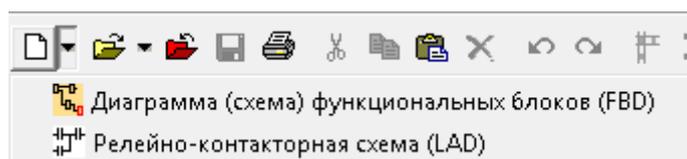


Рисунок 26 - Выпадающий список выбора редактора

В результате, окно программы будет выглядеть следующим образом:

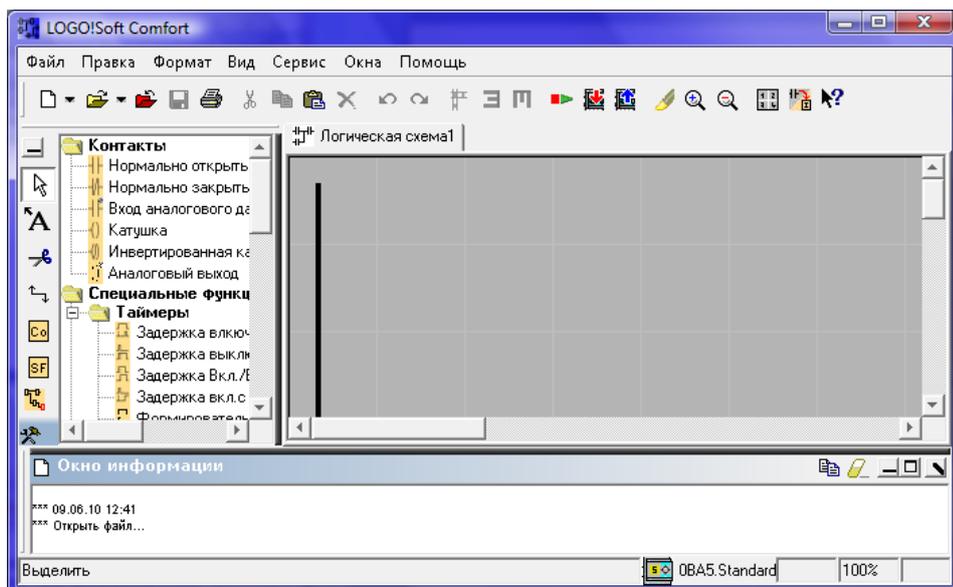


Рисунок 27 - Интерфейс программирования LOGO!Soft Comfort при создании программы в редакторе LAD

В левом окне следует выбирать необходимые для данной программы функциональные блоки (контакты, основные функции и специальные функции). В правом окне следует строить релейно-контактную схему.

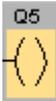
Первым шагом при создании программы является выбор блоков из списка блоков в левой части экрана или при помощи панели инструментов программирования. При нажатии левой кнопкой мыши на значок группы блоков  (константы и соединители),  (основные функции) или  (специальные функции) все блоки, принадлежащие выбранной группе функций отобразятся под интерфейсом программирования (рисунок 28):



Рисунок 28 - Группа контактов и соединителей

В данной программе будут использованы следующие блоки:

- 1) Замыкающие контакты I5 , I8 (вход датчики).

- 2) Размыкающие контакты Q5 , Q6  (насосы).

- 3) Задержка включения с запоминанием  для удлинения импульса уровня жидкость.

На языке LAD не существуют блоков логических операций, поэтому их реализуют как контакты последовательно для логического И и параллельно для логического ИЛИ.

Приступая к созданию программы, в первую очередь необходимо выбрать требуемые блоки. В соответствии с заданием нам необходимо три замыкающих контакта (кнопки) и три размыкающих контакта (лампочки) (рисунок 29):

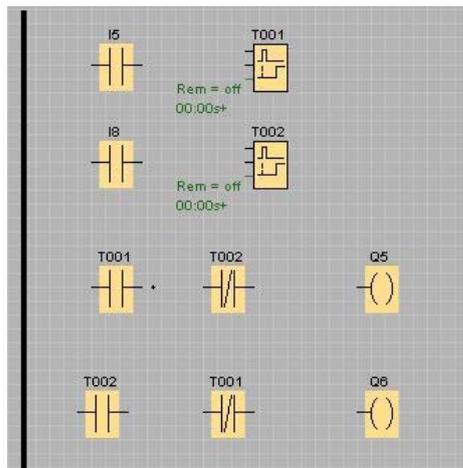


Рисунок 29 - Выбранные блоки

В результате программа выглядит следующим образом:

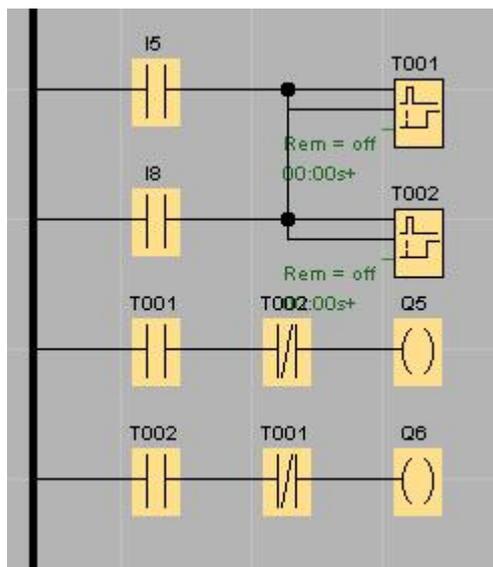


Рисунок 30 - Программа на языке LAD

Чтобы решить эту задачу используем 2 типа блоков (на языке FBD):

- Задержка включения с запоминанием  для удлинения импульса уровня жидкость.

- Логическое И .

Черные точки перед входами блоков обозначают инверсию. Чтобы поставить инверсию просто двойно щелкните на вход блока.

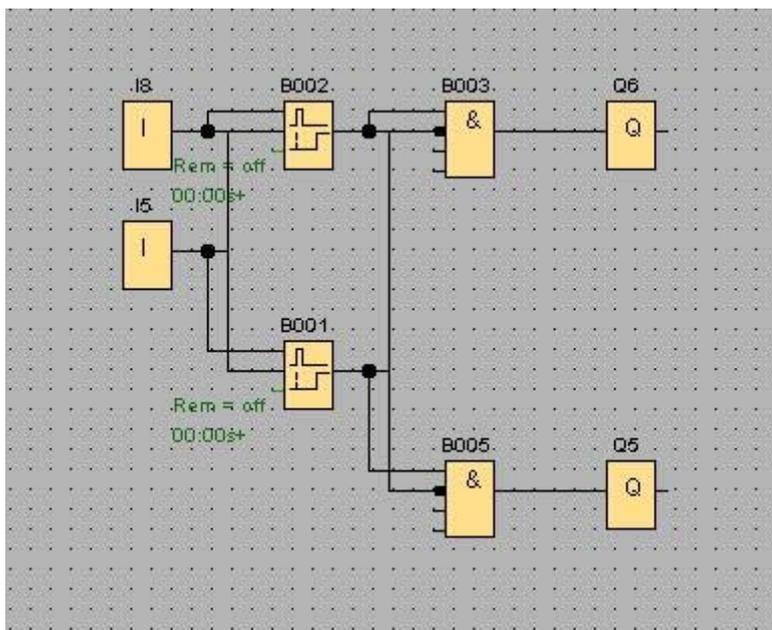


Рисунок 31 - Программа на языке FBD

(2) Для проверки работоспособности созданной программы с помощью эмуляции в LOGO! Soft Comfort, необходимо нажать на кнопку «эмуляция»  на панели инструментов программирования или нажать на клавишу F3. В результате появится панель инструментов эмуляции, расположенная ниже интерфейса программирования:



Рисунок 32 - Панель инструментов эмуляции

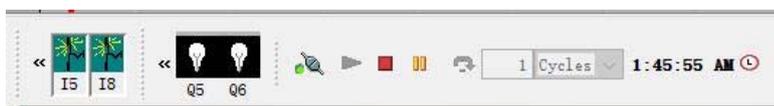
Если первый уровень жидкости до постоянное значение, то насос 1 работает(Q5):



Если второй уровень жидкости до постоянное значение, то насос 2 работает(Q6):



Если общий уровень жидкости до постоянное значение, то насосы не работает(отказ):



(3) Для передачи созданной программы в контроллер LOGO! 230RC необходимо нажать на кнопку «PC → LOGO!»  или на клавиши быстрого выбора [Ctrl+D]. Для запуска программы необходимо переключить LOGO! в режим программирования и выберите меню «Start» в главном меню LOGO!

4 Задание на лабораторную работу

Выполнение лабораторной работы следует осуществлять по следующему алгоритму:

1. Использовать программное обеспечение LOGO! Soft Comfort для создания программы в редакторе FBD или LAD.
2. Проверить способность работы созданной программы с помощью функции «эмуляции» в программном обеспечении LOGO! Soft Comfort.
3. Перенести программу в контроллер LOGO! 230RC и проверить ее работоспособность.

Задание:

1. Составить программу для управления насосами, такую, что если вода выше высшего уровня в одной ёмкости, то насос перекачает воду в другую емкость до того, как уровень воды последней не достигнет третьего уровня. Программу составить на языках FBD и LAD.

2. Составить программу для управления светофором. Программу составить на языках FBD и LAD. Интервалы времени показаны на рисунке 33:

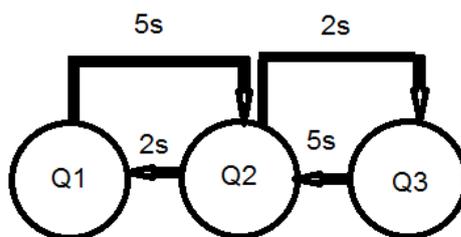


Рисунок 33 - Интервалы времени

Лампочки Q1, 2 и 3 соответствуют выходам Q1, Q2 и Q3 контроллера LOGO!

Светофор включается при нажатии на кнопку K1 и выключается при нажатии на кнопку K2.

3. На каждой ёмкости установлены 3 датчика уровня. Если вода в любой емкости поднимается выше третьего уровня, то включается насос и перекачивает воду в другую емкость, пока вода в ней не достигнет второго уровня. Предусмотрена сигнализация значений уровней в емкостях: две лампы для сигнализации значений уровней в емкостях, третья - отказ. Если вода в любой ёмкости достигает первого уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 2/2 (2 секунды светится, 2 секунды не светится). Если вода в любой ёмкости достигает второго уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 1/1 (1 секунду светится, 1 секунду не светится). Если вода в любой ёмкости достигает третьего уровня, то соответствующая лампа мигает с периодом 0.5/0.5 (0.5 секунды светится, 0.5 секунды не светится). Если вода в обеих емкостях достигает третьего уровня, то начинает мигать лампа «Отказ» с периодом 0.2/0.2, при этом отключаются насосы и лампы сигнализации значений уровней в емкостях. Схема лабораторного комплекса приведена выше на рисунке 1.

Для выполнения работы следует использовать блоки: генератор асинхронных импульсов; интервальное реле времени, запускаемое фронтом; задержка включения; задержка включения с запоминанием; формирователь импульсов; логическое ИЛИ; входы и выходы.

5 Методические указания по выполнению лабораторной работы

Для создания программы используются стандартная панель инструментов и панель инструментов программирования.

Для выбора инструмента переместите указатель мыши на значок и нажмите левую кнопку мыши. Этот выбор будет отражен как на примере:



Разработка коммутационной программы

Для разработки программы следует выполнять следующие шаги:

1. Создание новой программы.
2. Выбор требуемых блоков
3. Размещение блоков
4. Конфигурирование блоков
5. Соединение блоков
6. Оптимизация программы
7. Сохранение программы

1) Создание новой программы

Создание новой программы можно начать незамедлительно после запуска программы LOGO!Soft Comfort.

Для этого необходимо нажать на значок  (Новый) в стандартной панели инструментов, в результате чего LOGO!Soft Comfort откроет редактор FBD – редактор по умолчанию, определенный под Tools/Options/Editor [Сервис/Опции/Основной Редактор]). Затем можно создать новую программу в новом окне на программном интерфейсе.

Для открытия редактора LAD или редактора FBD следует нажать значок выпадающего списка на стандартной панели инструментов (маленькая стрелка на правой стороне значка Новый ) и выбрать в списке «Релейно-контактная схема (LAD)» (рисунок 34):

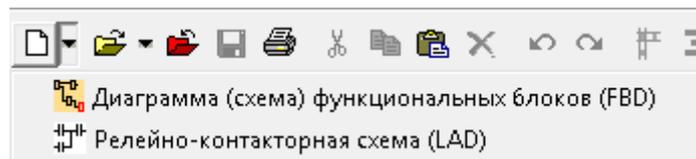


Рисунок 34 - Выпадающий список

2) Выбор требуемых блоков

В первую очередь при программировании требуется выбрать блоки для вашей программы и определить порядок, в котором будут располагаться блоки ввода/вывода и стандартные блоки/специальные функциональные блоки. Выбор блоков осуществляется из списка блоков в левой части экрана или при помощи панели инструментов программирования. Следует нажать на значок группы (инструмента), содержащей требуемый блок, чтобы все блоки, принадлежащие выбранной группе функций, отобразились под интерфейсом программирования.

Пример для редактора FBD приведен на рисунке 35:

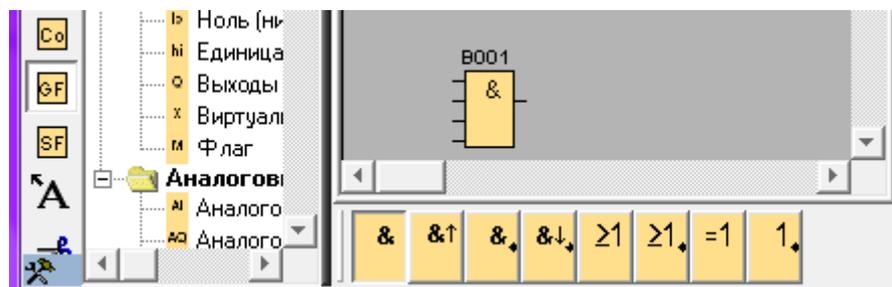


Рисунок 35 - Выбор блоков в редакторе FBD

3) Размещение блоков

Размещение выбранной функции на вашем интерфейсе программирования можно осуществить простым нажатием кнопки мыши. Первая функция группы устанавливается по умолчанию, и можно выбрать другие функции мышью перед их размещением.

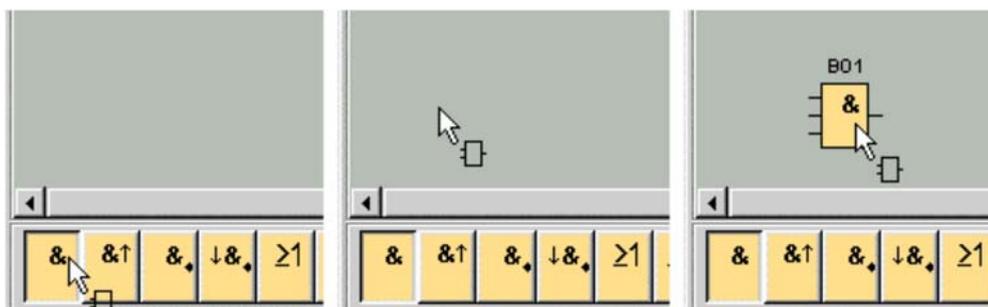


Рисунок 36 - Размещение блока на интерфейсе программирования

Не следует сразу выполнять точное выравнивание блоков. Точное совмещение блоков на этом этапе не представляет большого смысла, это следует делать после выполнения соединений между ними и ввода комментариев в вашу программу.

4) Конфигурирование

Для того чтобы открыть окно свойств блока необходимо нажать два раза на левую кнопку мыши по блоку. Или один раз на правую кнопку мыши → Свойства блока.

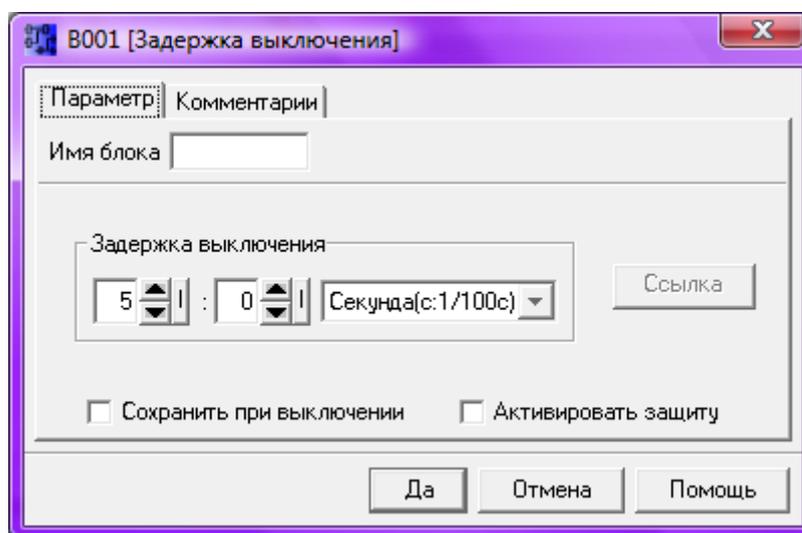


Рисунок 37 - Окно свойств блока

Окно свойств блока содержит вкладку Комментарий, а также вкладки различных параметров для специальных функциональных блоков, и для некоторых из базовых функций, констант и соединительных элементов. В окне свойств можно задать значения и настройки для ваших блоков.

Чтобы получить справку о блоке, целесообразно навести указатель мыши на блок, и нажать правую кнопку мыши → Помощь.

5) Соединение блоков

Для выполнения схемы необходимо связать блоки. На панели инструментов программирования требуется выбрать значок соединения блоков.

 – соединитель

Следует навести указатель мыши на соединительный элемент (вход или выход) блока, нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, переместить указатель мыши от исходного соединительного элемента к целевому соединительному элементу. При этом вокруг целевого соединительного элемента отобразится синяя рамка и название входа блока. Затем отпустить кнопку мыши. LOGO!Soft Comfort выполняет соединение двух клемм.

Пример для LAD представлен на рисунке 38:

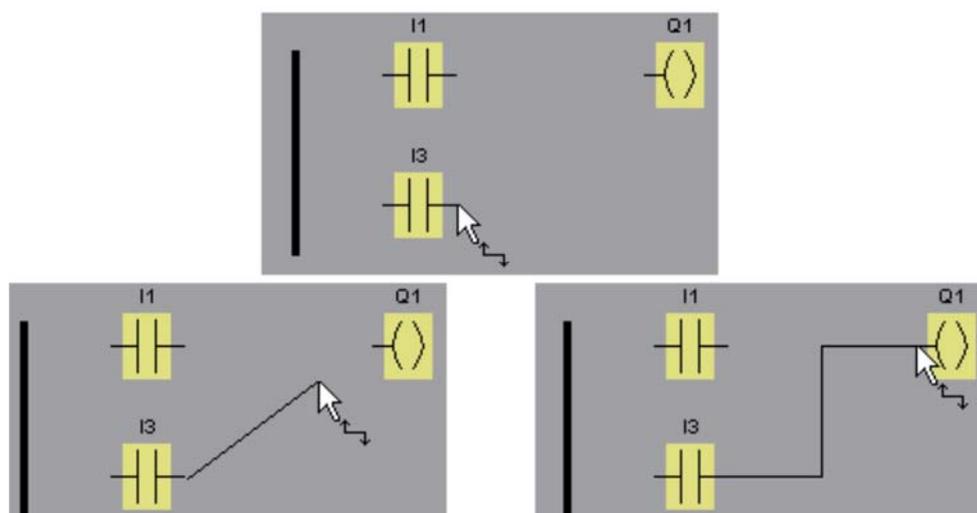


Рисунок 38 - Соединение блоков в редакторе LAD

LOGO!Soft Comfort предлагает вам дополнительную функцию соединения блоков нажатием правой кнопкой мыши на вход или выход блока. В меню быстрого выбора нажмите команду меню Соединить блоки... Эта

команда вызывает перечень выбора, содержащий все блоки, с которыми может быть осуществлено соединение. Следует нажать на соответствующий целевой блок. LOGO!Soft Comfort выполняет построение соединительной линии. Этот метод является особенно полезным для соединения источника с целевым блоком, расположенном на большом расстоянии на интерфейсе программирования.

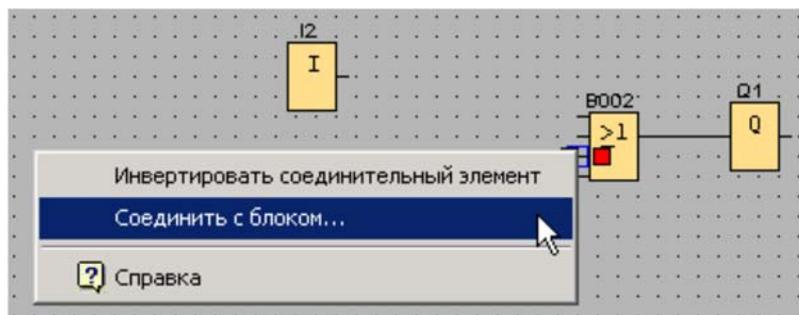


Рисунок 39 - Меню быстрого выбора

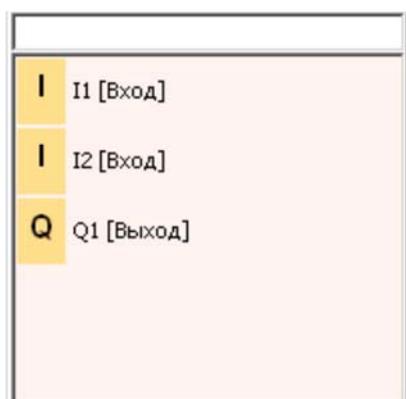


Рисунок 40 - Перечень выбора блоков, с которыми можно осуществить соединение

Примечание: Для редактора LAD следует не забыть соединить входы и выходы к сборной шине на левом краю окна редактора.

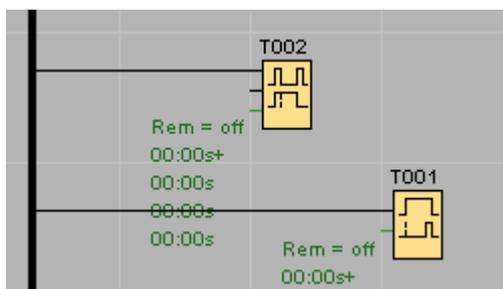


Рисунок 41 - Соединение блоков с шиной

Правила соединения блоков

Соединение блоков осуществляется с использованием следующих правил:

- Можно соединять один вход с несколькими выходами.
- Не допускается соединение нескольких входов с одним выходом.
- Рекурсия не допускается. Рекурсия – вызов функции из нее же самой непосредственно или через другие функции. Возможна только через флаги или выходы.
- Специальные функциональные блоки также имеют зеленые «соединители». Они не представляют соединительные выводы, но используются вместо этого для назначения значений параметров.
- Не допускается подключение аналоговых входов и выходов к цифровым входам и выходам.

б) Оптимизация программы

Коммутационная программа готова к использованию после того, как будут вставлены и соединены все блоки. Тем не менее, необходима некоторая доработка ваших схем с целью оптимизации их компоновки. Можно выполнить соответствующую перестановку вставленных блоков и линий.

Выбор объектов

Перед тем как переместить или выровнять объекты, их необходимо выбрать. Для этого следует нажать инструмент выбора на панели инструментов программирования. Режим выбора также может быть задействован кнопкой [ESC].

 или [ESC] → Выбор

Отдельные блоки или соединительные линии выбираются простым нажатием мыши. Группы блоков или соединительных линий выбираются «захватом» их указателем мыши. Для «захвата» объектов требуется, удерживая левую кнопку мыши нажатой, нарисовать рамку вокруг них, и

затем отпустить кнопку мыши. «Захваченные» объекты выделяются небольшими красными квадратами в углах выбранных полей.

Пример для редактора функциональных блок-схем изображен на рисунке 42:

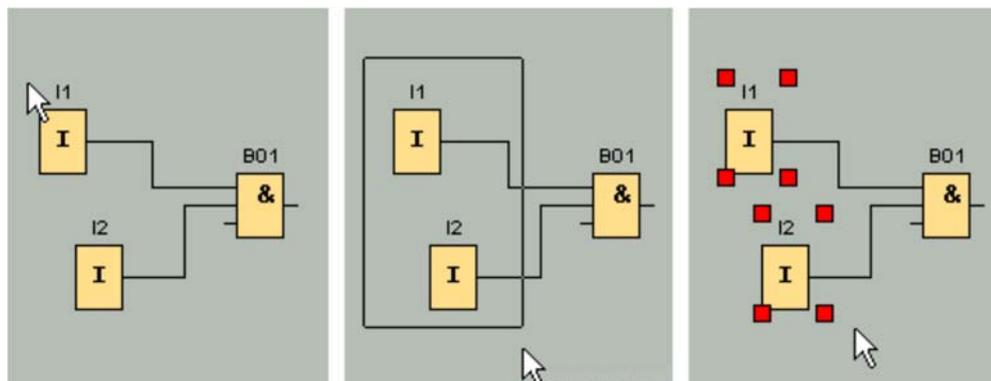


Рисунок 42 – Выбор группы объектов

Существует и другой вариант выбора: режим «произвольного выбора» позволяет отмечать объекты один за другим, удерживая нажатой клавишу [Ctrl] во время выбора объектов. Для исключения объекта из числа выбранных, нажмите клавишу [Ctrl] и снова нажмите выбранный объект.

Редактирование выбранных объектов и соединительных линий

Удалять одиночные объекты или группы объектов можно клавишей [Del] или, нажав правую кнопку мыши → Удалить. Перетаскивать их мышью или с помощью клавиатуры. Клавиши управления курсором позволяют выполнять точное позиционирование с очень малыми шагами. При этом должна быть отключена функция привязки к сетке командой меню Формат → Сетка. Также можно вырезать, копировать и вставлять выбранные объекты при помощи соответствующих значков на панели инструментов.

 → Вырезать

 → Копировать

 → Вставка

При редактировании соединительных линий выбранные линии отмечаются круглыми и квадратными синими маркерами. Круглые маркеры могут использоваться для перемещения линий под прямым углом в

направлении их распространения. Квадратные маркеры могут использоваться для переназначения начала или конца линии. Линии перемещаются перетаскиванием круглых маркеров.

Пример для редактора функциональных блок-схем изображен на рисунке 43:

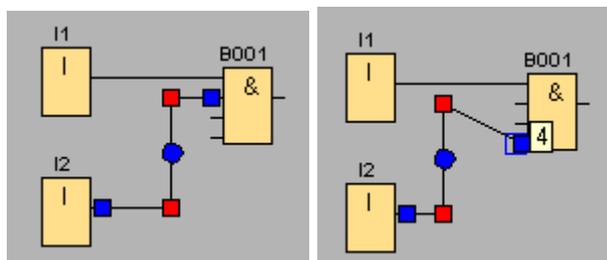


Рисунок 43 - Переназначение конца линии путем перемещения синего квадратного маркера

Разрезание соединений

Создание большой схемы может вызвать трудности при ее компоновке, особенно при наличии в ней большого числа пересечений линий. Оптимизировать расположение соединений можно при помощи инструмента «Разрезать/Связать» на панели инструментов программирования.

 → Разрезать/Связать

После вызова этого инструмента необходимо нажать на соединение. Происходит графическое разделение выбранной соединительной линии. Тем не менее, соединение между блоками остается активным.

Открытые концы разрезанного соединения теперь отображаются со значками в виде стрелок, указывающими на направление протекания сигнала. Над значками теперь отображаются перекрестные ссылки, включая номер страницы диаграммы, номер блока и номер клеммы блока, соединенного с открытым соединением.

Для того чтобы разрезать соединение, можно нажать по нему правой кнопкой мыши и затем выбрать команду «разрезать соединение».

Также можно разрезать группу соединений, воспользовавшись для этого командой меню Правка → Разрезать соединения. Перед тем, как

разрезать какие-либо соединения существует возможность выбора критериев резки, например, можно разрезать все соединения, проходящие через блоки.

Пример для редактора функциональных блок-схем изображен на рисунке 44:

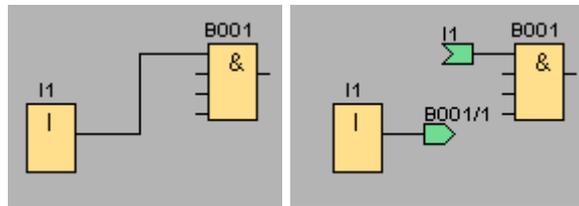


Рисунок 44 - Разрезание соединений

Соединения снова связываются, если нажать на их открытый конец при активном инструменте Разрезать/связать. Как вариант, можно закрыть соединение нажатием правой кнопки мыши на открытом конце с последующим вызовом команды меню Соединение.

7) Сохранение программы

Для сохранения коммутационной программы следует нажать значок сохранения на стандартной панели инструментов

 → Сохранить

Коммутационная программа сохраняется под именем, с которым она была открыта, при этом ее более старые версии заменяются новыми. При первоначальном ее сохранении вам предлагается указать путь доступа и название программы.

Эмуляция коммутационной программы

Функция «эмуляция» позволяет протестировать программу и изменить его параметры.

Для запуска режима эмуляции необходимо воспользоваться командой меню Сервис → Эмуляция или нажать на иконку «эмуляция»  на инструменте программирования. Для выхода из этого режима необходимо просто еще раз нажать на указанную иконку.

В начале эмуляции программа LOGO!Soft Comfort проверяет коммутационную программу и отображает все имеющиеся в ней ошибки в информационном окне.

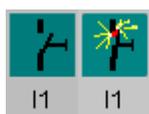
В режиме эмуляции в вашем распоряжении имеются панель инструментов эмуляции, расположенная ниже интерфейса программирования, и окно состояния, позволяющие выполнить эмуляцию, а также наблюдение и управление поведением вашей коммутационной программы.

Панель инструментов эмуляции представлена на рисунке 45:



Рисунок 45 - Панель инструментов эмуляции

Она содержит:



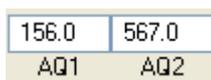
I1 I2 – цифровые входы;



Q1 Q2 Q3 – цифровые выходы;



AI1 AI2 – аналоговые входы



AQ1 AQ2 – аналоговые выходы



– питание;



– кнопки для управления эмуляцией;



– циклы повторения

6 Содержание отчета

Отчет по выполненной лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

1. Цель работы.

2. Структурная схема лабораторного стенда и схема внешних соединений.
3. Задание на выполнение лабораторной работы.
4. Диаграмма функциональных блоков или релейно-контактная схема программы по заданию преподавателя.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы по лабораторной работе.

7 Контрольные вопросы

1. Назначение и состав контроллеров LOGO!?
2. Какие языки программирования используются в LOGO! Soft Comfort?
3. Какое значение имеют функция задержки включения в примере программы «Гирлянда»?
4. Для чего используются блоки асинхронных генераторов импульсов?
5. В чем особенность языка LAD?

Учебное издание

Пэй Синьсинь

**Программирование микропроцессорного контроллера
LOGO в «LOGO!Soft Comfort»**

Методические указания к выполнению лабораторной работы № _ по курсу «Автоматизированное управление в технических системах» для студентов, обучающихся по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах»