

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**по ПМ.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ КОМПЬЮТЕРНЫХ
СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ**

**МДК 02.01 Разработка модулей программного обеспечения для компьютерных систем
для обучающихся специальности
09.02.01. «Компьютерные системы и комплексы»**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	6
Лабораторное занятие 1. Проектирование реляционной базы данных.	
Лабораторное занятие 2. Нормализация реляционной базы данных.	
Лабораторное занятие 3. Создание базы данных. Создание и редактирование таблиц.	
Лабораторное занятие 4. Создание ключевых полей. Задание индексов. Установление и удаление связей между таблицами.	
Лабораторное занятие 5. Резервное копирование и восстановление базы данных.	
Лабораторное занятие 6. Вставка данных. Импорт и экспорт данных.	
Лабораторное занятие 7. Модификация данных. Использование условий при модификации данных.	
Лабораторное занятие 8. Удаление данных.	
Лабораторное занятие 9. Организация SQL запросов на выборку данных.	
Лабораторное занятие 10. Организация SQL запросов на выборку данных. Операция конкатенации. Использование строковых функций.	
Лабораторное занятие 11. Организация SQL запросов на выборку данных. Операции с данными.	
Лабораторное занятие 12. Вычисления в SQL запросах. Упорядочение выборки.	
Лабораторное занятие 13. Организация SQL запросов на выборку данных с использованием составных условий.	
Лабораторное занятие 14. Использование агрегированных функций для организации SQL запросов на выборку данных.	
Лабораторное занятие 15. Использование группировки данных.	
Лабораторное занятие №16. Разработка модульной структуры проекта, перечня артефактов и протоколов проекта	
Лабораторное занятие №17. Настройка работы системы контроля версий (типов импортируемых файлов, путей, фильтров и др. параметров импорта в репозиторий)	
Лабораторное занятие №18. Разработка и интеграция модулей проекта (командная работа)	
Лабораторное занятие №19. Интеграция модулей проекта (командная работа)	
Лабораторное занятие №20. Работа в среде программирования и отладки Keil-C	
Лабораторное занятие №21. Организация ввода-вывода информации через параллельные порты МК ADuC842	
Лабораторное занятие №22. Разработка программы управления клавиатурой матричного типа	
Лабораторное занятие №23. Разработка программы управления символьным ЖКИ	
Лабораторное занятие №24. Организация ввода-вывода информации через параллельные порты МК Atmega 8535	
Лабораторное занятие №25. Исследование работы регистра состояний SREG МК Atmega 8535	
Лабораторное занятие №26. Разработка программы для организации программной задержки (с использованием стека)	
Лабораторное занятие №27. Организация работы 8-ми разрядного таймера в режиме ШИМ	
Лабораторное занятие №28. Организация работы 8-ми разрядного таймера в режиме создания временных интервалов	
Лабораторное занятие №29. Организация работы АЦП МК Atmega 8535	
Лабораторное занятие №30. Разработка программы управления сегментным индикатором	
Лабораторное занятие №31. Основы объектно-ориентированного программирования	
Лабораторное занятие №32. Подключение светодиодной ленты	
Лабораторное занятие №33. Подключение OLED дисплея	

Практическое занятие №1. Изучение схемы типовой МПС	
Практическое занятие №2. Изучение устройства параллельных портов МК ADuC842	
Практическое занятие №3. Изучение схемы подключения матричной клавиатуры к МК ADuC842	
Практическое занятие №4. Изучение схемы подключения ЖКИ к МК ADuC842	
Практическое занятие №5. Изучение ассемблера и системы команд МК AVR	
Практическое занятие №6. Изучение работы среды программирования AVRStudio	
Практическое занятие №7. Изучение устройства параллельных портов МК Atmega8535	
Практическое занятие №8. Изучение работы регистра состояний SREG МК Atmega 8535	
Практическое занятие №9. Изучение работы стека МК Atmega 8535	
Практическое занятие №10. Изучение работы таймеров в различных режимах МК Atmega 8535	
Практическое занятие №11. Изучение работы АЦП МК Atmega 8535	
Практическое занятие №12. Изучение работы сегментного и ЖК индикаторов под управлением МК Atmega 8535	

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.02. «Проектирование управляющих программ компьютерных систем и комплексов», предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- организовывать заданную интеграцию модулей в программные средства на базе имеющейся архитектуры и автоматизации бизнес-процессов;
- выполнять тестирование интеграции
- использовать выбранную систему контроля версий;
- использовать приемы работы в системах контроля версий;
- выполнять ручное и автоматизированное тестирование программного модуля;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на освоение вида деятельности программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1. Проектировать, разрабатывать и отлаживать программный код модулей управляющих программ

ПК 2.2. Владеть методами командной разработки программных продуктов

ПК 2.3. Выполнять интеграцию модулей в управляющую программу

ПК 2.5 Выполнять установку и обновление версий управляющих программ (с учетом миграции - при необходимости)

А также формированию общих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1. Базы данных

Лабораторное занятие №1 Проектирование реляционной базы данных.

Цель: получение практических навыков проектирования базы данных

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение.

Задание:

В соответствии со своим вариантом проанализируйте предметную область решаемой задачи и разработайте логическую структуру соответствующей базы данных.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить анализ предметной области. Выполнить анализ данных.
2. Определить набор атрибутов для данной предметной области. 4. Определить набор таблиц.
3. При проектировании таблиц рекомендуется руководствоваться следующими основными принципами:
 - каждая таблица должна содержать данные только на одну тему;
 - данные не должны дублироваться.
4. Создать словарь имен.
5. Определить состав и типы полей.
6. Создать связи между таблицами.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Проектирование базы данных заключается в ее многоступенчатом описании с различной степенью детализации и формализации, в ходе которого производится уточнение и оптимизация структуры базы данных. Проектирование начинается с описания предметной области и задач информационной системы, идет к более абстрактному уровню логического описания данных и далее – к схеме физической (внутренней) модели базы данных. Трем основным уровням моделирования системы – **концептуальному, логическому и физическому** соответствуют три последовательных этапа детализации описания объектов базы данных и их взаимосвязей.

На **концептуальном уровне** проектирования производится смысловое описание информации предметной области, определяются ее границы, производится абстрагирование от несущественных деталей. В результате определяются моделируемые объекты, и их свойства, и связи. Выполняется структуризация знаний о предметной области, стандартизируется терминология. Затем строится концептуальная модель, описываемая на естественном языке. Для описания свойств и связей объектов применяют различные диаграммы.

На следующем шаге принимается решение о том, в какой конкретно СУБД будет реализована база данных. **Выбор СУБД** является сложной задачей и должен основываться на потребностях с точки зрения информационной системы и пользователей. Определяющими здесь являются вид программного продукта и категория пользователей (или профессиональные программисты, или конечные пользователи, или то и другое).

Другими показателями, влияющими на выбор СУБД, являются:

- Удобство и простота использования;
- Качество средств разработки, защиты и контроля базы данных;
- Уровень коммуникационных средств (в случае применения ее в сетях);
- Фирма-разработчик;
- Стоимость.

Каждая конкретная СУБД работает с определенной моделью данных. Под моделью данных понимается способ их взаимосвязи: в виде иерархического дерева, сложной сетевой структуры или связанных таблиц. В настоящее время большинство СУБД использует табличную модель данных, называемую *реляционной*.

На **логическом уровне** производится отображение данных концептуальной модели в логическую модель в рамках той структуры данных, которая поддерживается выбранной СУБД. Логическая модель не зависит от конкретной СУБД и может быть реализована на любой СУБД реляционного типа.

На **физическом уровне** производится выбор рациональной структуры хранения данных и методов доступа к ним, которые обеспечивает выбранная СУБД. На этом уровне решаются вопросы эффективного выполнения запросов к БД, для чего строятся дополнительные структуры, например, индексы. В физической модели содержится информация обо всех объектах базы данных (таблицах, индексах, процедурах и др.) и используемых типах данных. Физическая модель *зависит* от конкретной СУБД. Одной и той же логической модели может соответствовать несколько разных физических моделей. Физическое проектирование является начальным этапом реализации базы данных.

Варианты заданий:

1. *БД «Зарплата»*. Таблица «Должности»: код должности; должность. Таблица «Тарифы»: код должности; разряд; ставка, р./ч. Таблица «Работники»: отдел; код должности; разряд; табельный номер; Ф.И.О. Таблица «Табель»: год; месяц; табельный номер; количество отработанных часов; дата начисления зарплаты
2. *БД «Оптовая база»*. Таблица «Товары»: код товара; товар; единица измерения; цена. Таблица «Склад»: дата поступления, код товара; количество. Таблица «Заявки»: номер заявки; организация; код товара; требуемое количество товара. Таблица «Отпуск товаров»: номер заявки; код товара; дата отпуска товара; количество отпущенного товара
3. *БД «Библиотека»*. Таблица «Книги»: жанр; шифр книги; автор; название; год издания; количество экземпляров. Таблица «Читатели»: номер читательского билета; Ф.И.О.; адрес. Таблица «Выдачи»: дата выдачи; номер читательского билета; шифр книги; количество экземпляров; срок возврата; фактическая дата возврата
4. *БД «ГИБДД»*. Таблица «Автомобили»: модель автомобиля; номер двигателя; номер кузова; серия и номер технического паспорта; государственный номер автомобиля. Таблица «Владельцы»: государственный номер автомобиля; Ф.И.О.; адрес, серия и номер водительского удостоверения. Таблица «Виды нарушений»: код нарушения; вид нарушения. Таблица «Нарушители»: дата нарушения; код нарушения; государственный номер автомобиля; размер штрафа, р.
5. *БД «Соревнования»*. Таблица «Команда»: спортивная организация; шифр команды, название команды. Таблица «Участники»: шифр команды; номер участника; Ф.И.О. Таблица «Старт»: стартовый номер; номер участника; время старта; отметка о невыходе на старт. Таблица «Финиш»: порядковый номер финиширования; стартовый номер; время финиша; отметка о сходе с дистанции
6. *БД «Перевозки»*. Таблица «Транспорт»: модель автомобиля; государственный номер автомобиля; удельный расход топлива, л/100 км. Таблица «Заявки»: номер заявки; дата; пункт отправления; пункт назначения; груз; единица измерения; количество груза. Таблица «Доставка»: номер заявки; государственный номер автомобиля; дата отправления; дата возвращения; пройденное расстояние; расход топлива
8. *БД «Сессия»*. Таблица «Кафедры и дисциплины»: номер кафедры; кафедра; шифр

дисциплины; наименование дисциплины; вид аттестации (зачет или экзамен). Таблица «Преподаватели»: номер кафедры; табельный номер преподавателя; Ф.И.О. Таблица «Студенты»: шифр студента; Ф.И.О. Таблица «Оценки»: дата; шифр дисциплины; табельный номер преподавателя; шифр студента; оценка

9. БД «Телефонная компания». Таблица «Тарифы»: код тарифа; вид тарифа; цена, р./мин. Таблица «Виды льгот»: код льготы; вид льготы; размер, %. Таблица «Абоненты»: лицевой счет; телефон; Ф.И.О.; адрес; код льготы. Таблица «Платежи»: лицевой счет; код тарифа; дата оплаты; сумма платежа; дата отключения за неуплату

Форма представления результата: Оформленная схема базы данных в тетради. **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №2.

Нормализация реляционной базы данных.

Цель: получение практических навыков по нормализации базы данных

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение.

Задание:

В соответствии со своим вариантом задания, выданным на предыдущем занятии привести базу данных к 3НФ. Реализовать схему базы данных в среде MySQL Workbench.

Порядок выполнения работы:

Используя метод нормальных форм спроектировать базу данных. Процесс проектирования должен быть представлен в форме отчета, показан процесс формирования таблиц под выделенные сущности и их последовательная нормализация методом нормальных форм.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Нормализация баз данных

Нормальные формы – это рекомендации по проектированию баз данных. Рекомендуется нормализовать базу данных в некоторой степени потому, что этот процесс имеет ряд существенных преимуществ с точки зрения эффективности и удобства обращения с базой данных.

В нормализованной структуре базы данных можно производить сложные выборки данных относительно простыми SQL-запросами.

Целостность данных. Нормализованная база данных позволяет надежно хранить данные.

Нормализация предотвращает появление избыточности хранимых данных. Данные всегда хранятся только в одном месте, что делает легким процесс вставки, обновления и удаления данных. Есть исключение из этого правила. Ключи, сами по себе, хранятся в нескольких местах потому, что они копируются как внешние ключи в другие таблицы.

Масштабируемость – это возможность системы справляться с будущим ростом. Для базы данных это значит, что она должна быть способна работать быстро, когда число пользователей и объемы данных возрастают. Масштабируемость – это очень важная характеристика любой модели базы данных и для РСУБД.

Нормализация баз данных заключается в приведении структуры хранения данных к нормальным формам (NF). Всего таких форм существует 8, но часто достаточным является соблюдение первых трех. Рассмотрим их более подробно на примере учебной базы данных. Примеры будут строиться по принципу «что было бы, если было иначе, чем сейчас».

Первая нормальная форма

Основным правилом первой формы является необходимость неделимости значения в каждом поле (столбце) строки – **атомарность значений**.

Рассмотрим таблицы сотрудников и телефонных линий.

Сотрудники_Линии		
Имя столбца	Сжатый тип	Допускает значения NULL
Сотрудник	int	Нет
Линия	int	Нет
Описание	varchar(255)	Да
Приоритет	int	Нет

Чтобы избавиться от связывающей таблицы «Сотрудники_Линии», мы могли бы записать идентификаторы сотрудников для каждой линии в виде перечня в дополнительном столбце:

	id	Описание	Приоритет	Сотрудники
1	1	Поддержка держателей пластиковых карт	2	20, 21, 8
2	2	Поддержка потребительского и наличного кредитова...	2	16, 5, 22, 15
3	3	Поддержка автокредитования	2	21, 10
4	4	Поддержка ипотечного кредитования	2	16, 14, 15, 4, 8

Но подобная структура не является надежной. Представьте, что Вам необходимо поменять некоторым сотрудникам подключенные линии. Потребуется осуществить разбор составного поля, чтобы определить наличие id сотрудника в каждой записи линий, затем скорректировать перечень. Получается слишком сложный и долгий процесс для такой простой операции.

Организации структуры таблиц с применением дополнительной связывающей избавляет от подобных проблем.

Помимо атомарности к первой нормальной форме относятся следующие правила:

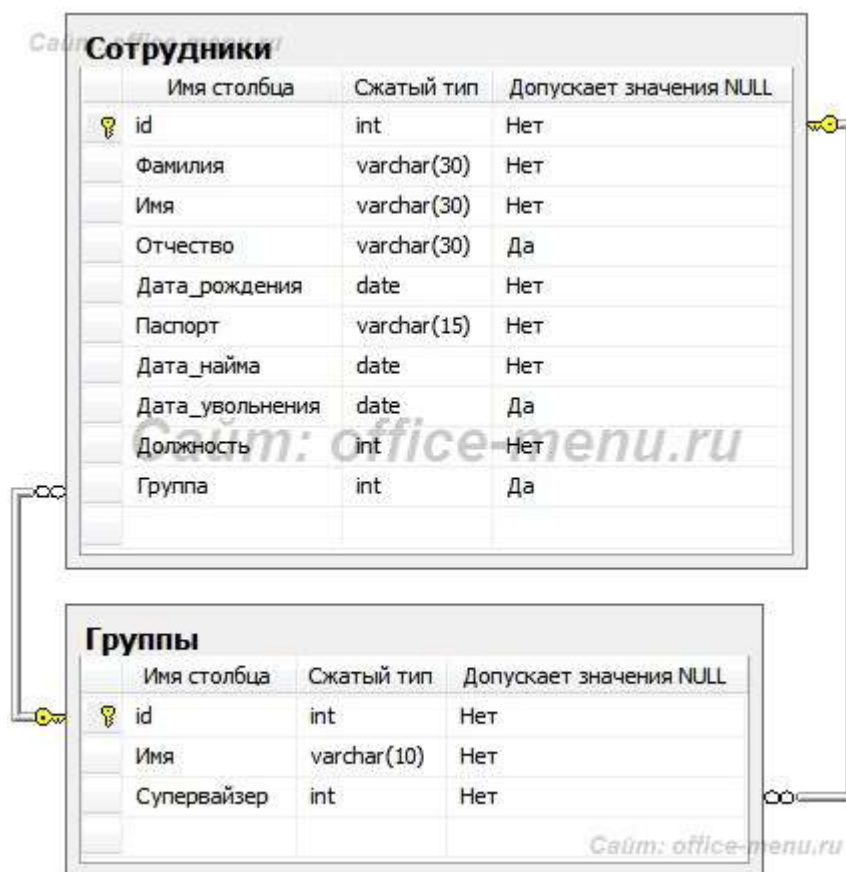
Строки таблиц не должны зависеть друг от друга, т.е. первая запись не должна влиять на вторую и наоборот, вторая на третью и т.д. Размещение записей в таблице не имеет никакого значения.

Аналогичная ситуация со столбцами записей. Их порядок не должен влиять на понимание информации.

Каждая строка должна быть уникальна, поэтому для нее определяется **первичный ключ**, состоящий из одного либо нескольких полей (**составной ключ**). Первичный ключ не может повторяться в пределах таблицы и служит идентификатором записи.

Вторая нормальная форма

Условием этой формы является отсутствие зависимости неключевых полей от части



составного ключа.

Так как составной ключ в учебной базе наблюдается только в таблице «Сотрудники_Линии», то рассмотрим пример на ней.

На представленной диаграмме столбцы описания и приоритета зависят от столбца «Линия», входящего в составной ключ. Это значит, что для каждой линии, подключенной разным сотрудникам, потребуется повторно указывать описание и приоритетность. Подобная структура приводит к избыточности данных.

Также велика вероятность возникновения противоречивой информации. Изменяя приоритет или описание для линии, можно по ошибке оставить некоторые строки не обработанными. В таком случае, для одного и того

же идентификатора линии значения зависимых полей будут различными.

Если соблюдены правила первой нормальной формы, то создание таблицы «Линии» и перенос в нее зависимых столбцов удовлетворяет второй нормальной форме.

Третья нормальная форма

3NF схожа по логике с 2NF, но с некоторым отличием. Если 2 форма ликвидирует зависимости неключевых полей от части ключа, то третья нормальная форма исключает зависимость неключевых полей от других неключевых полей.

На приведенном примере таблицы сотрудников видно, что столбец «Супервайзер» имеет зависимость от столбца «Группа», а это значит, что при изменении значения поля группы, потребуется изменить значение поля супервайзера.

Все риски, которые были рассмотрены для 2NF, так же относятся к 3NF и устраняются переносом зависимых полей в отдельную таблицу.

Денормализация базы данных

Теория нормальных форм не всегда применима на практике. Например, неатомарные значения не всегда являются «злом», а иногда наоборот. Связано это с необходимостью дополнительного объединения (следовательно, затрат производительности системы) при выполнении запросов, особенно когда производится обработка большого массива информации.

Форма представления результата:

представление отчета на образовательном портале (в соответствующем курсе). **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №3

Создание базы данных. Создание и редактирование таблиц.

Цели:

- получение практических навыков по освоению операций создания таблиц;
- получение практических навыков по освоению операций подстановок.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL Workbench.

Задание 1:

Задание:

Создать схему базы данных по заданному варианту.

Порядок выполнения работы:

1. Разработать логическую модель схемы по своему варианту. 2. Посмотреть и проанализировать физическую модель.
2. Сгенерировать скрипт создания таблиц.
3. Используя сгенерированный скрипт создать базу данных в выбранной СУБД.
4. Настроить схему базы данных.

Краткие теоретические сведения:

Этапы проектирования базы данных:

1. инфологическое проектирование;
2. определение требований к операционной обстановке, в которой будет функционировать информационная система;
3. выбор системы управления базой данных (СУБД) и других инструментальных программных средств;
4. логическое проектирование БД;
5. физическое проектирование БД.



Инфологическое проектирование.

Инфологическое проектирование – построение семантической модели предметной области, то есть информационной модели наиболее высокого уровня абстракции. Такая модель создается без ориентации на какую-либо конкретную СУБД и модель данных. Конкретный вид и содержание концептуальной модели базы данных определяется выбранными для этого формальным аппаратом. Обычно используют графические нотации, подобные ER-диаграммам. Чаще всего инфологическая (концептуальная) модель базы данных включает в себя: □ описание информационных объектов или понятий предметной области и связей между ними; □ описание ограничений целостности, то есть требований к допустимым значениям данных и к связям между ними. Пример инфологического проектирования показан на рисунке 1.

Entity-Relationship Diagrams

Имеется целый ряд методик создания информационно-логических моделей. Одна из

наиболее популярных в настоящее время методик при разработке моделей использует ERD (Entity-Relationship Diagrams). В русскоязычной литературе эти диаграммы называют «объект – отношение» либо «сущность – связь». Модель ERD была предложена Питером Пин Шен Ченом в 1976 г. К настоящему времени разработано несколько ее разновидностей, но все они базируются на графических диаграммах, предложенных Ченом. Диаграммы конструируются из небольшого числа компонентов. Благодаря наглядности представления они широко используются в CASE-средствах (Computer Aided Software Engineering). Рассмотрим используемую терминологию и обозначения.

Сущность (Entity) – реальный либо воображаемый объект, имеющий существенное значение для рассматриваемой предметной области, информация о котором подлежит хранению.

Каждая сущность должна обладать уникальным идентификатором. Каждый экземпляр сущности должен однозначно идентифицироваться и отличаться от всех других экземпляров данного типа (сущности).

Каждая сущность должна обладать некоторыми свойствами:

- иметь уникальное имя; причем к этому имени должна всегда применяться одна и та же интерпретация (определение сущности). И наоборот: одна и та же интерпретация не может применяться к различным именам, если только они не являются псевдонимами;
- обладать одним или несколькими атрибутами, которые либо принадлежат сущности, либо наследуются ею через связь;
- обладать одним или несколькими атрибутами, которые однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности.

Связь (Relationship) – поименованная ассоциация между двумя сущностями, значимая для рассматриваемой предметной области. Одна из участвующих в связи сущностей – независимая, называется родительской сущностью, другая – зависимая, называется дочерней или сущностью-потомком. Как правило, каждый экземпляр родительской сущности ассоциирован с произвольным (в том числе нулевым) количеством экземпляров дочерней сущности. Каждый экземпляр сущности-потомка ассоциирован в точности с одним экземпляром сущности-родителя. Таким образом, экземпляр сущности-потомка может существовать только при существовании сущности-родителя. Связи дается имя, выражаемое грамматическим оборотом глагола и помещаемое возле линии связи.

При построении ER-модели используются следующие принципы:

- сущности на диаграмме представляются прямоугольниками;
- каждый прямоугольник может иметь различные визуальные атрибуты; □ каждой сущности должно быть присвоено уникальное имя;
- имена сущностей необходимо задавать в единственном числе;
- связи на диаграмме представляются линиями, идущими от одной сущности (таблицы) к другой;
- каждой связи присваивается уникальное имя;
- связанные таблицы разделяют на родительские и дочерние;
- родительские таблицы отображаются прямоугольниками с прямыми углами, дочерние – со скругленными.

Логическое проектирование

Логическое проектирование – создание схемы базы данных на основе конкретной модели базы данных, например, реляционной модели данных. Для реляционной модели данных даталогическая модель – набор схем отношений, обычно с указанием первичных ключей, а также «связей» между отношениями, представляющих собой внешние ключи.

Преобразование концептуальной модели в логическую модель, как правило, осуществляется по формальным правилам. Этот этап может быть в значительной степени автоматизирован. На этапе логического проектирования учитывается специфика конкретной модели данных, но может не учитываться специфика конкретной СУБД.

Задание 2:

Создать базу данных Туризм и таблицы базы данных в СУБД MS Access.

Порядок выполнения работы:

1. Создайте в своей рабочей папке папку с именем *База данных*.
2. Запустите **MS Access**. Создайте в созданной папке новую базу данных с именем *Туризм*.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Связи *автоматические* устанавливаются **Мастером подстановок**. Посмотреть, установить, отредактировать связи можно командой *Работа с базой данных – Схема данных*.

Если связи устанавливаются первично, то откроется окно *Таблицы*, а если повторно, то окно *Связи*. Двойной щелчок на нужной таблице позволит перенести их в окно *Связи*.

Для установки связи между таблицами *вручную* нужно перетянуть связываемое поле из главной таблицы и наложить его на соответствующее поле подчиненной таблицы.

Удаление и изменение связей производится с помощью контекстного меню на линии связи, а также клавишей DEL.

В окне *Схема данных* двойной щелчок по линии связи позволит открыть окно *Связи*. В нем можно установить флажок у опции *Целостность данных*, линия связи станет гораздо темнее и появятся значки «1» и «∞», означающие отношение «один» или «многие».

Если система определила тип связи (в нижней части диалогового окна) «один-к-одному» или «один-ко-многим», то можно поставить флажок «Поддерживать целостность данных».

Целостность данных – это набор правил, защищающих данные от случайных изменений или удалений с помощью механизма поддержки корректности связей между связанными таблицами.

Если связь определена и система взяла на себя поддержку целостности данных, то при просмотре главной таблицы (отношение «один») слева, рядом с полосой выделения появится колонка со знаками «+». Щелчок на «+» позволит открыть подчиненную таблицу (отношение «много» или «один»).

Создание таблиц с помощью Конструктора

1. Создайте таблицу **Сотрудники** в режиме Конструктора. Наименования и типы полей представлены в приведенной таблице.

Название поля	Тип данных
Код сотрудника	Числовой
ФИО	Текст
Должность	Текст
Дата найма	Дата/Время
Дата рождения	Дата/Время
Домашний телефон	Текст
Адрес	Текст
Размер оклада	Числовой

2. Для поля *Домашний телефон* задайте маску, набрав, например, следующий шаблон (999) 999-99-99.

3. Для поля *Оклад* задайте условие, что он больше 5000 р., но не больше 10000. Для этого в свойстве «Условие на значение» установите (>5000) AND (<10000). Предусмотрите выдачу сообщения при ошибке ввода данных.

4. Установите для *Даты рождения* и *Даты найма* маску ввода. Используйте краткий формат даты.

5. Создайте первичный ключ.

6. Перейдите в режим просмотра таблицы.

7. Спрячьте некоторые столбцы. Сделайте их опять видимыми командами

Контекстное меню — Скрыть/Показать столбцы.

8. Зафиксируйте столбцы, содержащие фамилию и имя. Освободите столбцы. 11. Поменяйте тип шрифта и его начертание (**Формат — Шрифт**).

9. Закройте окно таблицы *Сотрудники*, сохранив изменения.

10. Создайте новые таблицы **Клиенты** и **Страны**. В качестве первичного ключа задайте *Код Клиента* и *Код Тура*.

Использование Мастера подстановок

Создайте в режиме **Конструктора** таблицу **Договоры**, которая должна иметь следующие поля:

Поля *Код сотрудника*, *Код клиента*, *Код тура* являются полями подстановки. Для их задания используется Мастер подстановок:

- в Типе данных поля *Код сотрудника* раскрыть список типов и выбрать **Мастер подстановок**;
- указать, что столбец подстановки получает свои значения из таблицы **Сотрудники**; выбрать поля *Код сотрудника* и *Фамилия*;
- установить мышью подходящую ширину столбца;
- согласиться с предлагаемой подписью столбца подстановок *Фамилия*;
- сохранить таблицу с именем **Договоры**.

Аналогично для подстановки *Кода клиента* и *Кода тура* вызывается **Мастер подстановок**. При этом для *Кода клиента* выбираем поля *Код клиента* и *Название клиента* из таблицы **Клиенты**, а для *Кода тура* — поля *Код тура* и *Страна* из таблицы **Страны**.

Просмотрите и проанализируйте уже установленные при работе с **Мастером подстановки** связи в окне **Схема данных**.

Название поля	Тип данных
Код клиента	Числовой
Название клиента	Текст
Контактное лицо	Текст
Признак группы	Логический
Телефон	Текст
Адрес	Текст

В окне **Схема данных** двойным щелчком по линии связи откройте окно **Связи** и установите *Целостность данных*, *Каскадное обновление данных*, *Каскадное удаление данных*.

Введите в таблицы 10 разнообразных записей. В таблице **Сотрудники** осуществите ввод заведомо некорректных данных для проверки работоспособности условия на значение.

Просмотрите главную таблицу каждой связи

(с помощью «+») и вызовите *подчиненную* таблицу для каждой записи

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 2.1 Основные понятия языка SQL.

Лабораторное занятие №4

Создание ключевых полей. Задание индексов. Установление и удаление связей между таблицами.

Цель: получение практических навыков по созданию ключевых полей и индексов, установлению связей между таблицами

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access.

Задание 1:

По своему варианту базы данных в СУБД Access для каждой таблицы создайте первичные и внешние ключи, установите связи и укажите индексированные поля.

Порядок выполнения работы:

1. Используя рассмотренный ниже пример, установить для своей базы данных первичные ключи.

2. Установить необходимые индексированные поля.

3. Установить связи между таблицами на схеме данных.

Краткие теоретические сведения:

Индексы обеспечивают поиск и сортировку записей в Access. В индексе хранится местоположение записей на основе одного или нескольких полей, которые были выбраны для индексирования. После того как Access получает сведения о позиции в индексе, он может извлечь данные путем перемещения непосредственно к нужной позиции. Благодаря этому использование индекса гораздо эффективнее просмотра всех записей для поиска необходимых данных.

Выбор полей для индексирования

Вы можете создавать индексы, основанные на одном или нескольких полях. В основном требуется индексировать поля, в которых часто осуществляется поиск, сортируемые поля и поля, объединенные с полями в других таблицах, что часто используется в запросах по нескольким таблицам. Индексы ускоряют поиск и выполнение запросов, однако они могут привести к снижению производительности при добавлении или обновлении данных. Каждый раз, когда вы добавляете или изменяете запись в таблице, содержащей один или несколько индексов, Access приходится обновлять индексы. Добавление записей с помощью запроса на добавление или с помощью импортирования записей также, скорее всего, будет происходить медленнее, если таблица-получатель содержит индексы.

Примечание: Первичный ключ таблицы индексируется автоматически.

Индексировать поля с типом данных "Объект OLE", "Вычисляемый" или "Вложение" невозможно. Индексировать другие поля следует в тех случаях, когда выполняются все указанные ниже условия.

Тип данных поля: короткий текст (текст в Access 2010), длинный текст (МЕМО в Access 2010), число, Дата и время, счетчик, денежная единица, да/нет или гиперссылка.

Предполагается поиск значений в поле.

Предполагается сортировка значений в поле.

Предполагается сохранение большого числа различных значений в поле. Если поле содержит много одинаковых значений, то применение индекса может не дать значительного ускорения выполнения запросов.

Составные индексы

Если предполагается, что необходимо будет часто выполнять поиск или сортировку по нескольким полям, вы можете создать индекс для этого сочетания полей. Например, если в одном запросе часто задаются условия для полей "Поставщик" и "Наименование_продукта", имеет смысл создать для этих полей составной индекс.

При сортировке таблицы по составному индексу Access сначала выполняет сортировку по первому полю, заданному для индекса. Последовательность полей определяется при создании составного индекса. Если в первом поле содержатся записи с повторяющимися значениями, затем выполняется сортировка по второму полю, заданному для индекса, и т. д.

В составной индекс можно включить до 10 полей. Создание индекса

Перед созданием индекса необходимо решить, следует ли создать индекс для одного поля или составной индекс. Индекс для одного поля создается с помощью установки свойства **Индексированное поле**.

При создании уникального индекса невозможно ввести новое значение в определенном поле, если такое значение уже существует в том же поле другой записи. Access автоматически создает уникальный индекс для первичных ключей, однако может потребоваться запретить создание повторяющихся значений и в других полях. Например, вы можете создать уникальный индекс для поля, в котором содержатся серийные номера, чтобы двум продуктам нельзя было присвоить один и тот же серийный номер.

Создание индекса для одного поля

1. В области навигации щелкните правой кнопкой мыши имя таблицы, в которой необходимо создать индекс, и выберите в контекстном меню пункт **Конструктор**.
2. Щелкните пункт **Имя поля** для поля, которое следует индексировать.
3. В разделе **Свойства поля** откройте вкладку **Общие**.
4. В свойстве **Индексированное** выберите значение **Да (допускаются совпадения)**, если следует разрешить повторяющиеся значения, или значение **Да (совпадения не допускаются)**, чтобы создать уникальный индекс.
5. Чтобы сохранить изменения, щелкните элемент **Сохранить** на панели быстрого доступа или нажмите клавиши CTRL+S.

Создание составного индекса

Чтобы создать составной индекс для таблицы, добавьте строку для каждого поля в индексе и укажите имя индекса только в первой строке. Все строки будут обрабатываться как часть одного индекса, пока не будет обнаружена строка с другим именем индекса. Чтобы вставить строку, щелкните правой кнопкой мыши место, куда вы хотите ее вставить, и выберите в контекстном меню команду **Вставить строки**.

1. В области навигации щелкните правой кнопкой мыши имя таблицы, в которой необходимо создать индекс, и выберите в контекстном меню пункт **Конструктор**.
2. На вкладке **Конструктор** в группе **Показать или скрыть** щелкните пункт **Индексы**.

Появится окно "Индексы". Измените размеры этого окна, чтобы отображались пустые строки и свойства индекса.

3. В первой пустой строке столбца **Индекс** введите имя индекса. Для индекса можно использовать либо имя одного из индексируемых полей, либо другое подходящее имя.
4. В столбце **Имя поля** щелкните стрелку, затем щелкните первое поле, которое следует использовать в индексе.
5. Следующую строку столбца **Индекс** оставьте пустой, затем в столбце **Имя поля** укажите второе индексируемое поле. Повторите этот шаг для всех полей, которые необходимо включить в индекс.
6. Чтобы изменить порядок сортировки значений полей, в столбце **Порядок сортировки** окна "Индексы" щелкните пункт **По возрастанию** или **По убыванию**. По умолчанию выполняется сортировка по возрастанию.
7. В разделе **Свойства индекса** окна **Индексы** укажите свойства индекса для строки в столбце **Имя индекса**, содержащем имя индекса.

Чтобы сохранить изменения, нажмите кнопку **Сохранить** на панели быстрого доступа или нажмите клавиши CTRL+S.

9. Закройте окно "Индексы".

Удаление индекса

Если индекс становится ненужным или приводит к значительному снижению производительности, его можно удалить. При этом удаляется только сам индекс, а не поля, на которых он основан.

1. В области навигации щелкните правой кнопкой мыши имя таблицы, для которой необходимо удалить индекс, и выберите в контекстном меню пункт **Конструктор**.
2. На вкладке **Конструктор** в группе **Показать или скрыть** щелкните пункт **Индексы**.

Появится окно "Индексы". Измените размеры этого окна, чтобы отображались пустые строки и свойства индекса.

3. В окне "Индексы" выделите строки, содержащие индекс, который следует удалить, и нажмите клавишу DELETE.
4. Чтобы сохранить изменения, нажмите кнопку **Сохранить** на панели быстрого доступа или нажмите клавиши CTRL+S.
5. Закройте окно **Индексы**

Просмотр или редактирование индексов

Чтобы оценить влияние индексов на производительность или убедиться, что необходимые поля проиндексированы, просмотрите индексы в таблице.

1. В области навигации щелкните правой кнопкой мыши имя таблицы, индекс которой вы хотите изменить, и выберите в контекстном меню пункт **Конструктор**.
2. На вкладке **Конструктор** в группе **Показать или скрыть** щелкните пункт **Индексы**.

Появится окно "Индексы". Измените размеры этого окна, чтобы отображались пустые строки и свойства индекса.

3. Просмотрите или измените индексы и свойства индексов в соответствии со своими задачами.
4. Чтобы сохранить изменения, нажмите кнопку **Сохранить** на панели быстрого доступа или нажмите клавиши CTRL+S.
5. Закройте окно **Индексы**

В некоторых случаях индексы создаются автоматически. Например, индексы создаются для любых полей, которые определяются пользователем в качестве первичного ключа таблицы.

Для автоматического создания индекса также можно использовать параметр **Автоиндекс при импорте и создании** в диалоговом окне **Параметры Access**. Access автоматически проиндексирует все поля, имена которых начинаются с указанных в поле **Автоиндекс при импорте и создании** знаков или заканчиваются ими, например **ID**, **ключ**, **код** или **число**. Чтобы просмотреть или изменить текущие параметры, сделайте следующее:

1. Выберите **Файл > Параметры**.
2. Щелкните **Конструкторы объектов**, а затем в разделе **Конструктор таблиц** добавьте, измените или удалите значения в поле **Автоиндекс при импорте и создании**. Для разделения значений используйте точку с запятой (;).

Примечание: Если имя поля начинается со значения, указанного в списке, или заканчивается им, поле будет автоматически проиндексировано.

3. Нажмите кнопку **ОК**.

Так как каждый индекс требует дополнительной обработки, производительность при добавлении или обновлении данных снижается. Поэтому рекомендуется изменить значения, указанные в поле **Автоиндекс при импорте и создании** или уменьшить их число, чтобы сократить количество создаваемых индексов.

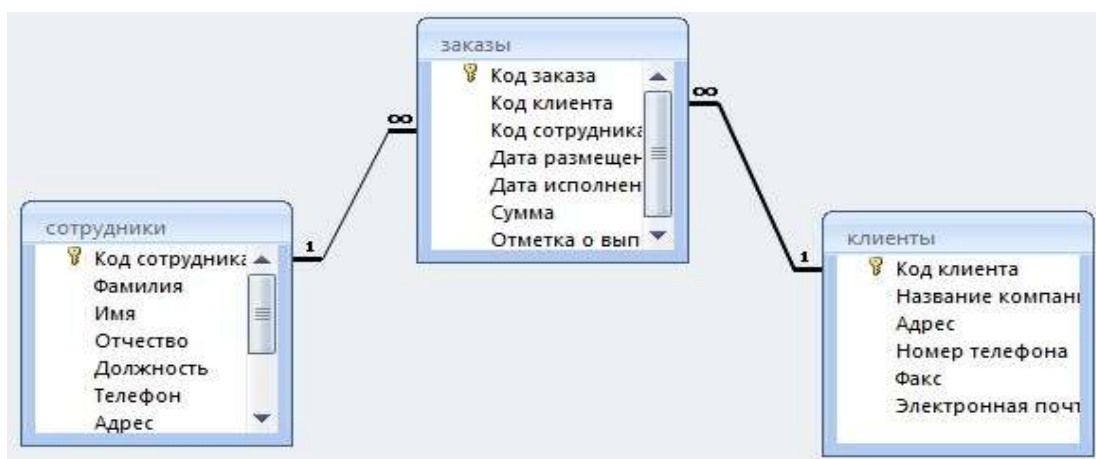
Пример.

Установка ключевых полей.

Отдельные таблицы, содержащие информацию по определенной теме, необходимо связать в единую структуру базы данных. Для связывания таблиц следует задать **ключевые поля**.

Ключ состоит из одного или нескольких полей, значения которых однозначно определяют каждую запись в таблице. Наиболее подходящим в качестве ключевого поля является *Счетчик*, так как значения в данном поле являются уникальными (т. е. исключают повторы).

При создании таблиц в режиме конструктора ключевое поле устанавливается автоматически.



Откройте созданные Вами таблицы в режиме Конструктор и проверьте установленные ключевые поля:

- 1) в таблице *Сотрудники* ключевое поле *Код сотрудника*
- 2) в таблице *Клиенты* ключевое поле *Код клиента*
- 3) в таблице *Заказы* ключевое поле *Код заказа*

Если значение *Ключевых полей* не задалось автоматически, то задайте их вручную. Для этого откройте **таблицу Сотрудники в режиме Конструктора**. Нажмите правой кнопкой мыши на поле **Код сотрудника** и в появившемся контекстном меню выберите команду **Ключевое поле**. Если в таблице необходимо установить несколько ключевых полей, то выделить их можно, удерживая клавишу Ctrl. Для **таблицы Клиенты** установите ключевое поле **Код клиента**, а для **таблицы Заказы** - **Код заказа**.

Создание связей между таблицами.

Существует несколько типов отношений между таблицами:

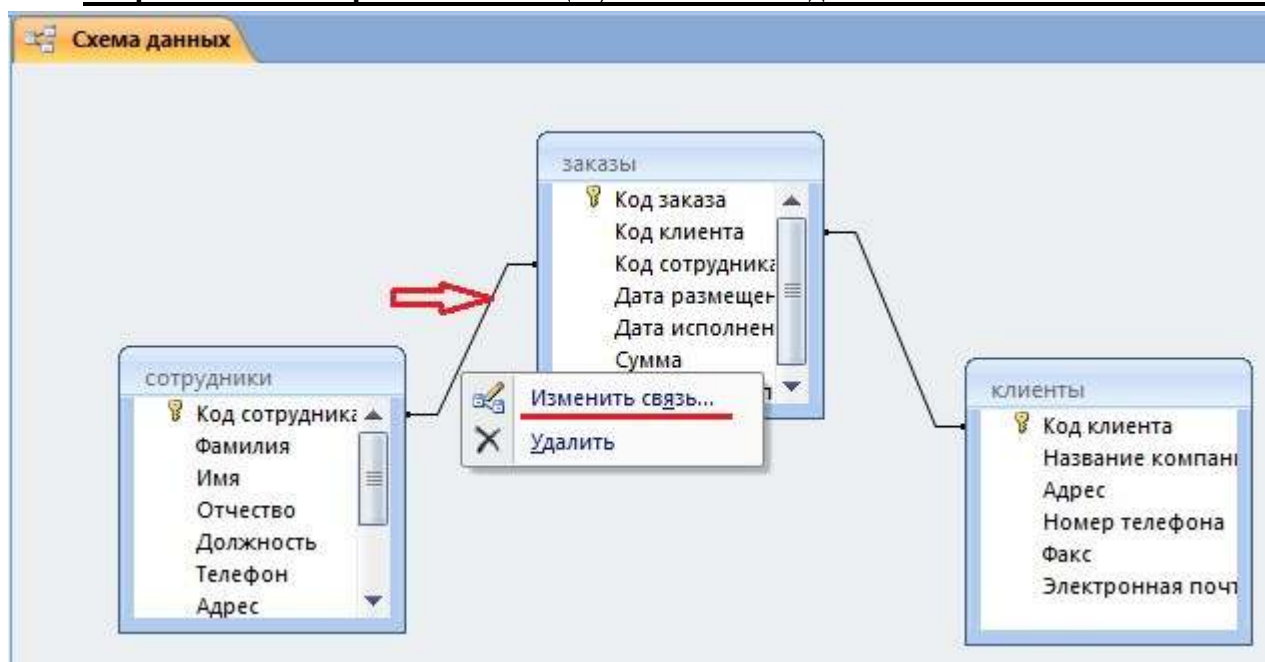
- *при отношении «один-к-одному»* каждой записи ключевого поля в первой таблице соответствует только одна запись в связанном поле другой таблицы, и наоборот. Отношения такого типа используются не очень часто. Иногда их можно использовать для разделения таблиц, содержащих много полей, для отделения части таблицы по соображениям безопасности;

- *при отношении «один-к-многим»* каждой записи в первой таблице соответствует несколько записей во второй, но запись во второй таблице не может иметь более одной связанной записи в первой таблице;

- *при отношении «многие-к-многим»* одной записи в первой таблице могут соответствовать несколько записей во второй таблице, а одной записи во второй таблице могут соответствовать несколько записей в первой.

сотрудники	
Имя поля	Тип данных
Код сотрудника	Счетчик
Фамилия	Текстовый
Имя	Текстовый
Отчество	Текстовый
Должность	Текстовый
Телефон	Текстовый
Адрес	Текстовый
Дата рождения	Дата/время
Зарплата	Денежный
Фото	Поле объекта OLE
Электронная почта	Гиперссылка

Закройте все открытые таблицы, так как создавать или изменять связи между



открытыми таблицами нельзя.

Выполните команду вкладки Лента Работа с базами данных кнопка **Схема данных**

Если ранее никаких связей между таблицами базы не было, то при открытии окна **Схема данных** одновременно открывается окно **Добавление таблицы**, в котором выбираются нужные таблицы. Для добавления в схему данных новой таблицы необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на схеме данных и в контекстном меню выбрать пункт **Добавить таблицу**.

Если связи между таблицами уже были заданы, то откроется окно **Схема данных**, на котором будут отображены таблицы и связи между ними.

Отредактируйте связь между таблицами Сотрудники и Заказы, для этого щелкните правой кнопкой мыши (ПКМ) на линию связи и в открывшемся контекстном меню выберите команду **Изменить связь**.

Откроется диалоговое окно **Изменение связей**, в котором включите флажок Обеспечение целостности данных. Это позволит предотвратить случаи удаления записей из одной таблицы, при которых связанные с ними данные других таблиц останутся без связи. Обратите внимание на **тип отношений: один-ко-многим**.

Флажки **Каскадное обновление связанных полей** и **Каскадное удаление связанных записей** обеспечивают одновременное обновление или удаление данных во всех подчиненных таблицах при их изменении в главной таблице. Параметры связи можно изменить, нажав на кнопку **Объединение**. После установления всех необходимых параметров нажмите **кнопку ОК**

Аналогично измените связь между таблицами Клиенты и Заказы.

В результате должна получиться схема данных, представленная на рисунке

На

заказы		
	Имя поля	Тип данных
таблиц.	Код заказа	Счетчик
	Код клиента	Числовой
	Код сотрудника	Числовой
	Дата размещения	Дата/время
	Дата исполнения	Дата/время
	Сумма	Денежный
	Отметка о выполнении	Логический

таблиц.

таблицы
«∞»

«один-к-
(оба

схеме данных связи отображаются в виде соединительных линий со специальными значками около. Связь «один-к-многим» помечается «1» вблизи главной (имеющей первичный ключ) и вблизи подчиненной таблицы (имеющей внешний ключ). Связь «один-к-одному» помечается двумя «1» поля таблиц имеют первичные ключи).

Неопределенная связь не имеет никаких знаков. Если установлено объединение, то его направление отмечается стрелкой на конце соединительной линии (ни одно из объединенных

полей не является ключевым и не имеет уникального индекса).

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №5

**Резервное
восстановление базы**

Цель: получение навыков по освоению резервной копии базы данных из резервной ПК.

Выполнив работу, Вы
У 2.1.1 применять алгоритмы в областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

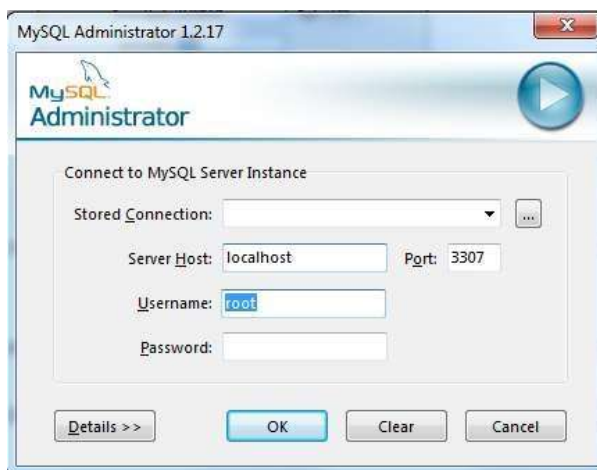
Методические указания для выполнения практических работ, компьютер, программное обеспечение: СУБД MySQL

Порядок выполнения работы:

Для создания резервных копий базы данных в СУБД MySQL как одним из вариантов можно воспользоваться программой MySQL Administrator из пакета программ для работы с СУБД MySQL .

Чтобы создать резервную копию текущего состояния базы данных необходимо: Запустить MySQL Administrator

Выполнить подключение к СУБД MySQL от пользователя с полными правами (Рисунок 24).



**копирование и
данных.**

практических
операций создания
и восстановления
копии на другом

будете: уметь:
стандартные
соответствующих

Рисунок 1 - Подключение к СУБД MySQL

После того как подключение установлено появиться основной интерфейс программы MySQL Administrator, в котором необходимо выбрать раздел **Backup**

Далее следует нажать **New Project**

Затем необходимо выбрать базу данных, резервную копию которой необходимо сделать и нажать на кнопку со значком стрелки, направленной вправо

Для начала процесса резервного копирования выбранной базы данных в файл необходимо нажать кнопку **Execute Backup Now**.

Восстановление из резервной копии базы данных также происходит через приложение **MySQL Administrator**. Для восстановления необходимо выполнить следующие шаги:

1. Запустить MySQL Administrator
2. Выполнить подключение к СУБД MySQL от пользователя с полными правами.

Выполнение подключения демонстрируются на рисунке 1.

3. После того как подключение установлено появиться основной интерфейс программы MySQL Administrator, в котором необходимо выбрать раздел **Restore**

4. Выполнить нажатие на кнопку **Open Backup File**
5. Выбрать файл резервной копии с расширением **.sql**
6. Нажать на кнопку **Start Restore**

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.
Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №6

Вставка данных. Импорт и экспорт данных.

Цель: получение практических навыков по освоению операций добавления записей в базу данных и навыков импортирования данных в базу данных

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MySQL, MS Office

Задание 1:

В СУБД MySQL заполнить базу данных (свой вариант) значениями.

Порядок выполнения работы: Используя команду INSERT вставить данные в таблицы базы данных.

1. Создайте базу данных на сервере MySQL.
2. Сценарий SQL предоставлен так, чтобы создать большинство таблиц и вставки данных в них. Все, что нужно сделать, это импортировать сценарий SQL в вашу базу данных. database.sql.
3. Таблица Сотрудники (персонал, должности) не включены в этот сценарий SQL. Обратитесь к диаграмме базы данных (ERD) и словарю данных.
4. Создайте таблицы сотрудников (персонал, положение и расписаний) согласно спецификации.
5. Все данные сотрудников представлены в файле employee-import.
6. Эти данные не отформатированы для импортирования непосредственно в базу данных, необходимо отформатировать данные и загрузить их в таблицы, которые вы только что создали.
7. В поле " Full Name" в формате "Имя Фамилия" используются разные символы разделителя.
8. Убедитесь, что адреса электронной почты в правильном формате

Краткие теоретические сведения:

Для добавления одной или нескольких строк в таблицу используется команда:

```
INSERT [INTO] <Имя таблицы> [(<Список столбцов>)]  
VALUES
```

(<Список значений 1>), (<Список значений 2>), ...

(<Список значений N>);

В команде INSERT используются следующие основные параметры. Имя таблицы, в которую добавляются строки.

- Список имен столбцов, для которых будут заданы значения. Если значения будут заданы для всех столбцов таблицы, то приводить список столбцов необязательно. Если столбец таблицы не включен в список, то в этом столбце при добавлении строки будет автоматически установлено значение по умолчанию.

- Значения, которые нужно добавить в таблицу. Значения могут указываться в одном из следующих форматов:

- набор значений для каждой добавляемой строки заключается в скобки. Набор значений внутри каждой пары скобок должен соответствовать указанному списку столбцов, а если список столбцов не указан, то упорядоченному списку всех столбцов, составляющих таблицу (список столбцов таблицы можно просмотреть с помощью команды DESCRIBE. Значения внутри набора, а также сами наборы отделяются друг от друга запятыми;

- символьные значения, а также значения даты и времени приводятся в одинарных кавычках. Для числовых значений кавычки необязательны. Десятичным разделителем для чисел с дробной частью служит точка. Время и даты вводятся, соответственно, в формате «YYYY-MM-DD» и «HH:MM:SS»;

- чтобы ввести в столбец неопределенное значение, то необходимо указать вместо значения ключевое слово NULL *без кавычек* (слово в кавычках рассматривается как обычная символьная строка);

- вместо значения можно указать ключевое слово DEFAULT *без кавычек*, тогда в столбец будет введено значение по умолчанию (если оно задано для этого столбца). Например, добавьте в таблицу Product сведения о продукции компании.

```
INSERT INTO Product (name_pr, description, price, qty) VALUES
```

```
(' Инфракрасный обогреватель', '3 режима нагрева: 400 Вт, 800 Вт, 1200 Вт', 1445.00, 4),  
( 'Гриль', 'Мощность 1440 Вт. Быстрый нагрев', 4115.00, 6),
```

```
('Кофеварка', 'Цвет: черный. Мощность: 450 Вт', 1710.00, 10), ('Чайник', 'Цвет: белый.  
Мощность: 2200 Вт. Объем: 2 л', 1725.00, 14), ('Утюг', 'Цвет: фиолетовый. Мощность: 1400  
Вт', 5300.00, 16);
```

Эта команда добавляет значения в столбцы *name_pr* (наименование), *description* (описание), *price* (цена) и *qty* (количество) таблицы *Product*. При этом в столбце *id* (идентификатор) автоматически вносятся порядковые номера строк, поскольку этот столбец имеет тип данных *SERIAL*.

Заполним таблицу "**Специальности**". Для заполнения этой таблицы в обозревателе объектов щелкните правой кнопкой мыши по таблице "**Специальности**" и в появившемся меню выберите пункт "**Изменить первые 200 строк**". В рабочей области "Microsoft SQL Server Management Studio" проявится окно заполнения таблиц. Заполните таблицу "**Специальности**".

Так как поле "**Код специальности**" является первичным полем связи и ключевым числовым счетчиком, то оно заполняется автоматически (заполнять его не нужно).

Закройте окно заполнения таблицы "**Специальность**" щелкнув по кнопке закрытия окна в верхнем правом углу, над таблицей.

После заполнения таблицы "**Специальности**" заполним таблицу "**Предметы**". Откройте ее для заполнения как описано выше, и заполните.

Для заполнения дат в качестве разделителя можно использовать знак ".". Даты можно заполнять в формате "день.месяц.год".

Поле "**Код специальности**" является вторичным полем связи (для связи с таблицей "**Специальности**"). Следовательно, значения этого поля необходимо заполнять значениями поля "**Код специальности**" таблицы "**Специальности**". В нашем случае это значения от 1 до 5. Если у Вас коды специальностей в таблице "**Специальности**" имеют другие значения, то внесите их в таблицу «**Студенты**».

Поля с датами заполняются, как и в таблице "**Студенты**". Поля "**Код предмета 1**", "**Код предмета 2**" и "**Код предмета 3**" являются вторичными полями связи с таблицей "**Предметы**". Поэтому они должны быть заполнены значениями поля "**Код предмета из этой таблицы**", то есть значениями от 1 до 5.

Закройте окно заполнения таблицы "**Оценки**".

Задание3:

Выполнить импорт данных в базу данных.

Краткие теоретические сведения:

Если требуется добавить в таблицу большой массив данных, удобно использовать для этого команду загрузки данных из файла. Загрузка из файла выполняется программой MySQL значительно быстрее, чем вставка строк с помощью команды INSERT.

Например, чтобы загрузить данные в таблицу Customers, выполните следующие действия.

1. Запустите стандартную программу Windows Блокнот (Пуск → Все программы → Стандартные → Блокнот).

2. В окне программы Блокнот введите данные, используя для отделения значений друг от друга клавишу Tab, а для перехода на следующую строку – клавишу Enter.

Вместо отсутствующего значения необходимо при заполнении файла ввести символы «\N». Тогда в базу данных будет загружено неопределенное значение (NULL).

3. Для сохранения файла с данными нажмите комбинацию клавиш Ctrl+S. В стандартном окне Windows *Сохранить как* выберите папку, в которую нужно поместить файл (например, C:\data). Введите имя файла (например, Customers.txt) и нажмите кнопку Сохранить.

4. Для загрузки данных из созданного файла выполните команду LOAD DATA LOCAL INFILE 'C:/data/Customers.txt'

INTO TABLE Customers CHARACTER SET utf8;

Обратите внимание, что в пути к файлу необходимо использовать прямую косую черту, а не обратную.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №7

Модификация данных. Использование условий при модификации данных. Цель: получение практических навыков модификации данных в базе.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MySQL, MS Office

Задание:

Разработать модифицирующие запросы к базе данных Туризм.

Порядок выполнения работы:

1. Создайте обобщенную таблицу **Договоры по странам**
2. Создайте запросы по заданию.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Модификация базы данных с помощью запросов на изменение **Запрос на обновление**

Запрос этого типа используется при необходимости внесения изменений во множество записей базы данных, поэтому целесообразно сделать резервную копию таблицы.

Выполняется этот вид запроса в два этапа: сначала проверяется правильность отбора обновляемых записей с помощью запроса на выборку, затем он преобразуется в запрос на обновление и выполняется повторно.

При обновлении полей следует иметь в виду, что если при проектировании таблицы в свойствах поля было указано «условие на значение», то при обновлении этого поля условие может быть нарушено, чего не допустит MS access. Поэтому нужно: или изменить условие на значение, или удалить это условие в Конструкторе. **Запрос на добавление**

Периодически убирая в архивные таблицы «старые» записи, можно увеличить быстродействие основных частей и улучшить обзорность базы данных.

Кроме того, при необходимости добавить данные в таблицу базы данных из другой базы можно также использовать запросы на добавление.

Запрос на удаление

«Старые» или неиспользуемые записи таблиц можно удалить, но обязательно сначала произвести выборку и проверить ее. Целесообразно сделать копию.

Запрос на создание

1. Создайте обобщенную таблицу **Договоры по странам**, включив в нее следующие поля:
Из таблицы **Договоры**: **Номер договора**; **Название клиента** Из таблицы **Страны**:
Название страны; **Регион**.

Для этого:

- Создайте запрос на выборку этих данных, выполните его и проверьте результаты; ☐ Если результаты корректны, то поменяйте статус у запроса: **Запрос – Создание**
- **таблицы** – укажите новое имя таблицы **Договоры по странам**; ☐ Выполните запрос с новым статусом еще раз;

- Перейдите на вкладку **Таблицы** и убедитесь, что появилась новая таблица. Просмотрите ее.

Запрос на обновление

2. Увеличьте **Размер оклада** у менеджеров по продажам на 15%. Для этого:

- Составьте новый запрос на выборку, включив в него поля **Фамилия**, **Должность** и **Размер оклада**;
- Проверьте составленный запрос;
- Видоизмените запрос, установив ему статус «**Обновление**» (**Запрос – Обновление**). В появившейся в бланке запроса строке «**Обновление**» для поля **Размер оклада** внесите с помощью **Построить** выражение [Размер оклада]*1,15;
- Выполните запрос, подтвердите обновление; сохраните запрос, дав ему имя и обратив внимание на появившийся значок у его имени; просмотрите результаты.

Запрос на добавление

3. Создайте путем копирования дубликат таблицы **Договоры** без данных, назвав ее **Договоры 2008 года**. Для этого в контекстном меню для таблицы **Договоры** выберите **Копировать**, затем выполните команду **Вставить**, в параметрах вставки укажите «**Только структуру**». Просмотрите таблицу **Договоры 2008 года** – она должна быть пустой и иметь такую же структуру, как и таблица **Договоры**.

4. Отберите в таблицу **Договоры 2008 года** записи обо всех договорах этого года. Для этого:

- Создайте запрос на выборку, включив в него все поля таблицы **Договоры** в любой последовательности, и критерий по дате, выполните его для проверки правильности;
- Измените статус запроса на «**Добавление**», в появившемся окне задайте имя таблицы для добавления **Договоры 2008 года**, обратите внимание на появление строки «**Добавление**» в бланке запроса;
- Выполните запрос и подтвердите добавление; просмотрите результаты архивации и сохраните запрос, обратив внимание на значок у его имени.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №8 Удаление данных.

Цель: получение практических навыков удаления данных в базе.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MySQL, MS Office

Задание:

Разработать запросы на удаление к базе данных Туризм.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.
2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика№_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Ход работы.

1. Удалите из таблицы **Договоры** записи о договорах 2008 года, используя копию сохраненного запроса на добавление в таблицу **Договоры 2008 года**, изменив его статус на «Удаление».
2. Удалите все договоры из определенной страны.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №9**Организация SQL запросов на выборку данных.**

Цель: получение практических навыков по освоению операций создания запросов с помощью языка SQL

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание :

Разработать запросы для базы данных Туризм с помощью конструктора в СУБД MS Access.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.
2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика1_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Краткие теоретические сведения:

Запрос является объектом базы данных. Он представляет собой сформулированную информационную потребность.

При работе с запросом можно выделить два этапа: формирование (проектирование) и выполнение. При выполнении запроса выбирается информация из всех таблиц базы данных в

соответствии с критерием запроса.

В верхней части окна **Конструктора** размещаются нужные таблицы посредством команды **Запрос – Добавить таблицу** или та же команда в контекстном меню. В нижней части окна расположен бланк запроса, информация в него заносится путем перетаскивания нужных полей из таблиц в верхней части окна в строку «поле» или двойным щелчком мыши. При этом имя таблицы в бланке подставляется автоматически.

Наличие «галочки» в строке «Вывод на экран» означает присутствие данного поля в таблице результатов поиска. Критерии запроса устанавливаются в строке «Условия отбора» и последующих строках, связанных логическим оператором OR. Все критерии отбора, указанные в одной строке, объединяются оператором AND.

В качестве «Условия отбора» могут быть выражения (вычисляемое поле) даты, текст, которые либо вносятся вручную, либо инструментом, либо с помощью команды контекстного меню **Построить**. Константы типа Дата/Время заключаются в #.

Запросы бывают разных типов: *на выборку, на создание, на обновление, на добавление, на удаление, перекрестный, итоговый, параметрический* и др. По умолчанию формируется запрос на выборку. Тип запроса может быть преобразован в любой другой командой **Запрос**.

При создании критерия можно использовать инструмент **Построить** или такую же команду контекстного меню для категории «условие отбора».

Ход работы.

Запрос на выборку

1. Откройте базу данных **Туризм** и перейдите на вкладку **Создать - Запрос**.

2. В режиме **Конструктора** создайте и сохраните следующие запросы на выборку, определив нужные таблицы:

- список всех путешествий в определенную страну (например, Испанию);
- список всех регионов в конкретной стране (например, Англии). Сохраните запрос под именем «*Страна-Регион*»;
- все туры, проданные в 2008 году. Сохраните запрос с именем «*Туры 2008*»;
- список сотрудников, работающих с 1999 года и раньше. Сохраните запрос с именем «Ветераны». Добавьте в запрос строку «Сортировка» и установите сортировку по фамилиям.
- сотрудникам, которые родились в 1973 г., используя в качестве критерия выражение: **Between... and** (**Построить — Операторы — Сравнения — Between**), а затем повторите запрос, построив выражение с помощью знаков «<» и «>»;
- сотрудникам, фамилии которых с «Г» по «Я»;
- сотрудникам, фамилии которых начинаются с «Н» по «Я» и с «А» по «В»; □ индивидуальным клиентам, фамилии которых имеют вторую букву «о»;
- пяти фамилиям сотрудников, которые начинаются с букв «А» или «В». □ постоянным клиентам, количество договоров с которыми больше 3.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №10

Организация SQL запросов на выборку данных. Операция конкатенации.

Использование строковых функций.

Цель: получение практических навыков по освоению операции конкатенации и строковых функций в запросах на языке SQL

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание: Составить запросы для Учебной базы данных

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.

2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика1_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Операция конкатенации «&» в СУБД Access позволяет соединять («склеивать») значения двух или более столбцов символьного типа или символьных констант в одну строку.

Пример:

```
SELECT SURNAME&'_'&NAME, STIPEND FROM STUDENT  
WHERE KURS = 4 AND STIPEND> 0;
```

Функции преобразования символов в строке

LCASE(строка)-перевод в строчные символы **UCASE(строка)**-перевод в прописные символы **Пример:**

```
SELECT LCASE (SURNAME), UCASE (NAME) FROM STUDENT  
WHERE KURS = 4 AND STIPEND> 0;
```

Строковые функции

LEN (строка) –определение длины строки □тип возвращаемого значения INT

□функция возвращает NULL, если строка имеет NULL значение **LEFT (строка, длина)** – выделение левой подстроки

RIGHT (строка, длина) – выделение правой подстроки **MID (строка, начало, количество)** – выделение подстроки **LTRIM (строка)** – удаляет пробелы в начале строки **RTRIM (строка)** – удаляет пробелы в конце строки

STR (число) – выполняет конвертирование числового значения в символьный формат **INSTR (строка, подстрока [, <начало поиска> [, <номер вхождения>]])** - возвращает позицию найденной подстроки (тип возвращаемого значения- INT), где

<начало поиска> задает начальную позицию в строке для поиска<подстроки>. Если не задано, то по умолчанию применяется значение 1;

<номер вхождения> задает порядковый номер искомой подстроки. Если не задан, то по умолчанию применяется значение 1.

Значение выражений в <начале поиска> или <номера вхождения> должны иметь беззнаковый целый тип или приводиться к этому типу

Примеры:

```
SELECT SURNAME,LEN (SURNAME),KURS FROM STUDENT  
WHERE KURS = 3;
```

```
SELECT SURNAME, Right(SURNAME,2) FROM STUDENT  
WHERE KURS IN (2, 3, 4);
```

Задания:

1. Составьте запрос для таблицы STUDENT «Учебной базы данных» таким образом, чтобы выходная таблица была представлена одним столбцом, содержащим последовательность, разделенных символом «;» значений всех столбцов этой таблицы; результат необходимо представить прописными символами (например, **ИВАН;ИВАНОВ;150;1;ОРЁЛ;3/12/82;10**).
2. Составьте запрос для таблицы STUDENT «Учебной базы данных» таким образом, чтобы выходная таблица содержала один столбец в следующем виде: **Б.КУЗНЕЦОВ; место жительства – БРЯНСК; родился – 8.12.81**.
3. Составьте запрос для таблицы STUDENT «Учебной базы данных» таким образом, чтобы столбец выходной таблицы был представлен в следующем виде: **Б;Кузнецов;место жительства-Брянск;родился-08.12.1981**
4. Составьте запрос для таблицы STUDENT «Учебной базы данных» таким образом, чтобы выходная таблица содержала один столбец в следующем виде: **Борис Кузнецов родился в 1981 году**.
5. Выведите имена и фамилии студентов и объем получаемой ими стипендии, увеличенной в 10 раз.
6. Составьте запрос для таблицы STUDENT «Учебной базы данных» следующим образом: **БОРИС КУЗНЕЦОВ родился в 1981 году**, только для студентов 1, 2 и 4-го курсов.
7. Составьте запрос для таблицы UNIVERSITY «Учебной базы данных» таким образом, чтобы выходная таблица содержала один столбец в следующем виде: **Код – 10;ВГУ – г.ВОРОНЕЖ;Рейтинг=296**.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.
Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №11

Организация SQL запросов на выборку данных. Операции с данными.

Цель: получение практических навыков по освоению операций создания запросов с вычисляемыми полями с помощью языка SQL

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание 1:

Разработать запросы для базы данных Туризм с помощью конструктора в СУБД MS Access.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.
2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика1_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Краткие теоретические сведения:

3. Запрос является объектом базы данных. Он представляет собой сформулированную информационную потребность.
4. При работе с запросом можно выделить два этапа: формирование (проектирование) и выполнение. При выполнении запроса выбирается информация из всех таблиц базы данных в соответствии с критерием запроса.
5. В верхней части окна **Конструктора** размещаются нужные таблицы посредством команды **Запрос – Добавить таблицу** или та же команда в контекстном меню. В нижней части окна расположен бланк запроса, информация в него заносится путем перетаскивания нужных полей из таблиц в верхней части окна в строку «поле» или двойным щелчком мыши. При этом имя таблицы в бланке подставляется автоматически.
6. Наличие «галочки» в строке «Вывод на экран» означает присутствие данного поля в таблице результатов поиска. Критерии запроса устанавливаются в строке «Условия отбора» и последующих строках, связанных логическим оператором OR. Все критерии отбора, указанные в одной строке, объединяются оператором AND.
7. В качестве «Условия отбора» могут быть выражения (вычисляемое поле) даты, текст, которые либо вносятся вручную, либо инструментом, либо с помощью команды контекстного меню **Построить**. Константы типа Дата/Время заключаются в #.
8. Запросы бывают разных типов: *на выборку, на создание, на обновление, на добавление, на удаление, перекрестный, итоговый, параметрический* и др. По умолчанию формируется запрос на выборку. Тип запроса может быть преобразован в любой другой командой **Запрос**.
9. При создании критерия можно использовать инструмент **Построить** или такую же команду контекстного меню для категории «условие отбора».

10. 1. Вычисляемые поля в запросах

11. С помощью запросов можно задать вычисления над данными и сделать вычисляемое поле новым полем в наборе данных. Для создания нового поля в пустой ячейке строки **Поле** в бланке запроса вводится формула:

12. Имя поля:	выражение

13. Для построения выражений имеется специальное средство – **Построитель** выражений, вызываемый правой кнопкой мыши на поле или кнопкой **Построить**.

14. В верхней части размещается область ввода. Нижняя содержит три списка для выбора имен полей и функций. В папке **Функции** размещаются встроенные функции, сгруппированные по категориям.

15. 2. Параметрические запросы

16. Условия запроса могут быть включены непосредственно в бланк запроса, но для того чтобы сделать его более универсальным, можно вместо конкретного значения отбора включить в запрос параметр, т.е. создать параметрический запрос. Для этого в строку «условия отбора» вводится фраза в квадратных скобках, которая будет выводиться в качестве «подсказки» в процессе диалога, например, [введите фамилию]. Таких параметров может быть несколько, каждый для своего поля.

Задания:

Запросы с вычисляемыми полями

1. Создайте запрос для расчета ведомости заработной платы для сотрудников агентства, включив в нее следующие поля: **Фамилия сотрудника, Размер оклада, Стаж, Надбавка, Налог, На руки**.

Для поля **Стаж** нужно использовать формулу, построенную с помощью кнопки **Построить**, в которой учитывается сегодняшняя дата и **Дата найма** на работу:

Стаж = (Date()-Сотрудники!ДатаНайма)\365

Для поля **Надбавка** нужно исходить из того, что она составляет 20% от **Размера оклада**, если **Стаж** меньше 5 лет, и 30% — если стаж больше 5 лет:

If ([стаж]<5;0,2*[Сотрудники]![Размер оклада]; 0,3*[Сотрудники]![Размер оклада])

Поле **Налог** рассчитывается как 13% от **Размера оклада**: [Сотрудники]![Размер оклада]*0,13

Поле На руки рассчитывается как: [Размер оклада]+[надбавка]—[налог].

В результате выполнения запроса будет получена новая ведомость.

2. Создайте запрос для определения стоимости путевок корпоративных клиентов, включив в него поля Клиент, Стоимость путевки

Стоимость путевки = Sum(договоры![Цена тура] *договоры![Число туристов])

Параметрические запросы

3. Сформируйте запрос для выборки всех туров по названию страны.

4. Создайте запрос для получения данных на сотрудников, работающих по турам в конкретную страну.

5. Создайте запрос по всем клиентам, оформившим договоры в определенную страну и регион.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату. Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №12

Вычисления в SQL запросах. Упорядочение выборки.

Цель: получение практических навыков по освоению вычислений в запросах и применение упорядочения выборки.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание 1:

Разработать запросы для Учебной базы данных

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.

2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика1_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Оператор SELECT (выбрать) языка SQL является самым важным и самым часто используемым оператором. Он предназначен для выборки информации из таблиц базы

данных. Упрощенный синтаксис оператора SELECT выглядит следующим образом:
SELECT [DISTINCT] <список атрибутов>

FROM <список таблиц> [WHERE <условие выборки>]

[ORDER BY <список атрибутов>] [GROUP BY <список атрибутов>] [HAVING <условие>]

[UNION <выражение с оператором SELECT>];

В квадратных скобках указаны элементы, которые могут отсутствовать в запросе. Ключевое слово SELECT сообщает базе данных, что данное предложение является

запросом на извлечение информации. После слова SELECT через запятую перечисляются наименования полей, содержимое которых запрашивается.

Обязательным ключевым словом в предложении-запросе SELECT является слово FROM (из). За ключевым словом FROM указывается список разделенных запятыми имен таблиц, из которых извлекается информация.

Например,

SELECT NAME, SURNAME FROM STUDENT;

Любой SQL-запрос должен заканчиваться символом «;».

Если необходимо вывести значения всех столбцов таблицы, то можно вместо перечисления их имен использовать символ «*/»/

SELECT *

FROM STUDENT;

Для исключения из результата SELECT-запроса повторяющихся записей используется ключевое слово DISTINCT (отличный). Если запрос SELECT извлекает множество полей, то DISTINCT исключает дубликаты строк, в которых значения всех выбранных полей идентичны.

Использование в операторе SELECT предложения, определяемого ключевым словом WHERE (где), позволяет задавать выражение условия, принимающее значение истина или ложь для значений полей строк таблиц, к которым обращается оператор SELECT. Предложение WHERE определяет, какие строки указанных таблиц должны быть выбраны.

3.

Упорядочение выходных полей (ORDER BY) .

ORDER BY позволяет упорядочивать записи в соответствии со значениями одного или нескольких выбранных полей. При этом можно задать возрастающую (ASC) и убывающую (DESC) последовательность сортировки для каждого из столбцов.

По умолчанию принята возрастающая последовательность сортировки.

Задания:

1. Выбрать все данные из таблицы предметов обучения SUBJECT с упорядочением по наименованиям предметов.

```
SELECT * FROM SUBJECT  
ORDER BY SUBJ_NAME;
```

2. Тот же список, но упорядоченный в обратном порядке.

```
SELECT * FROM SUBJECT  
ORDER BY SUBJ_NAME DESC;
```

3. Упорядочить выводимый список предметов по семестрам, а внутри семестров – по наименованиям предметов.

```
SELECT * FROM SUBJECT  
ORDER BY SEMESTER, SUBJ_NAME;
```

4. При упорядочении вместо наименований столбцов можно указывать их номера, имея, однако, в виду, что в данном случае это номера столбцов указанные при определении выходных данных в запросе, а не номера столбцов в таблице. Полем с номером 1 является первое поле, указанное в предложении ORDER BY- независимо от его расположения в таблице.

```
SELECT SUBJ_ID, SEMESTER FROM SUBJECT  
ORDER BY 2 DESC;
```

Если в поле, которое используется для упорядочения, существуют NULL- значения, то все они размещаются в конце или предшествуют всем остальным значениям этого поля.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено

Тема 2.2 Организация SQL запросов

Лабораторное занятие №13

Организация SQL запросов на выборку данных с использованием составных условий.

Цель: получение практических навыков по формированию запросов с составными условиями.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание 1:

Разработать запросы для Учебной базы данных

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.

2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика1_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Краткие теоретические сведения:

Использование в операторе SELECT предложения, определяемого ключевым словом WHERE(где), позволяет задавать выражения условия (предикат), принимающее значение *истина* или *ложь* для значений полей строк таблиц, к которому обращается оператор SELECT. Предложение WHERE определяет, какие строки *указанных таблиц должны быть выбраны*. В таблицу, являющуюся результатом запроса, включается только те строки, для которых условие(предикат), в предложении WHERE, принимает значение *истина*.

Операторы **IN** (равен любому из списка) **NOT IN** (не равен ни одному из списка) используется для сравнения проверяемого значения поля с заданным списком. Этот список значений указывается в скобках справа от оператора IN. Построенный с использованием IN предикат (условие) считается истинным, если значения поля, имя которого указано слева от IN, *совпадает* (подразумевается точное совпадение) с одним из значений, перечисленных в списке, указанном в скобках справа от IN.

Предикат, построенный с использованием NOT IN, считается истинным, если значение поля, имя которого указано слева от NOT IN, не совпадает ни с одним из значений, перечисленных в списке, указанном в скобках от NOT IN.

Оператор **BETWEEN** используется для проверки условия вхождения значения поля в заданный интервал, то есть вместо списка значений атрибута этот оператор задает границы его изменения.

Оператор **LIKE** применим только к символьным полям типа CHAR или VARCHAR. Этот оператор просматривает строковые значения полей с целью определения, входит ли заданная в операцию LIKE подстрока (образец поиска) в символьную строку-значение проверяемого поля. Можно применять шаблон:

Символ подчеркивания «?» указанный в шаблоне, определяет возможность наличия в указанном месте одного любого символа;

Символ «*» допускает присутствие в указанном месте проверяемой строки последовательности любых символов произвольной длины.

Like `_[A-K]*` – значения атрибутов символьного типа, начинающиеся с А по К

Like `_[!A-K]*` - значения атрибутов символьного типа, начинающиеся на любые символы кроме символов с А по К (с Л по Я)

Like `_[A,K]*` - значения атрибутов символьного типа, начинающиеся с А или К Оператор NULL используется для проверки содержимого поля на наличие в нем

пустого значения. **IS NULL** (является пустым), **IS NOT NULL**(является не пустым).

Задания:

1. Написать запрос, выполняющий выборку имен всех студентов с фамилией Петров, сведения о которых находятся в таблице STUDENT

```
SELECT NAME, SURNAME FROM STUDENT
WHERE SURNAME = 'Петров';
```

2. В задаваемых предложениях WHERE условиях могут использоваться операции сравнения, определяемые операторами =(равно), >(больше), <(меньше), >=(больше или равно), <=(меньше или равно), <>(не равно), а также логические операторы AND, OR и NOT. Запрос для получения имен и фамилий студентов, обучающихся на третьем курсе и получающих стипендию(размер стипендии больше нуля), будет выглядеть таким образом:

```
SELECT NAME, SURNAME FROM STUDENT
WHERE KURS = 3 AND STIPEND > 0;
```

3. . Получить из таблицы EXAM_MARKS сведения о студентах, имеющих экзаменационные оценки только 4 и 5.

```
SELECT *  
FROM EXAM_MARKS WHERE MARK IN (4, 5);
```

4. Получить из таблицы EXAM_MARKS сведения о студентах, не имеющих ни одной экзаменационных оценки только, 4 и 5.

```
SELECT *  
FROM EXAM_MARKS WHERE MARK NOT IN (4, 5);
```

5. Запрос на вывод записей о предметах, на изучение которых отводится количество часов, находящееся в пределах между 30 и 40, имеет вид:

```
SELECT * FROM SUBJECT  
WHERE HOUR BETWEEN 30 AND 40;
```

6. Написать запрос, выбирающий из таблицы STUDENT сведения о студентах, фамилии которых начинаются на букву «К». SELECT *

```
FROM STUDENT  
WHERE SURNAME LIKE —K*|;
```

7. Вывести все данные студента с номером 265;

8. Вывести информацию о студентах с именем Вадим;

9. Выбрать фамилии студентов со 2-го и 3-го курсов получающих стипендию; 10. Вывести имена, фамилии и даты рождения студентов 5 курса;

10. Вывести информацию о студентах из Воронежа;

11. Выбрать фамилию, имя, курс, город студентов получающих стипендию от 100 до 200 рублей;

12. Вывести список идентификаторов университетов, исключая повторения.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №14

Использование агрегированных функций для организации SQL запросов на выборку данных.

Цель: получение практических навыков по формированию запросов с использованием агрегированных функций

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер,

программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание 1:

Разработать итоговые запросы на языке SQL для учебной базы данных.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить задания в MySQL.
2. Вставьте скриншоты и описание в текстовый процессор MS Word. Представьте выполненную работу в виде файла с названием Практика1_Фамилия, с расширением doc, сохраненного в своей папке.

Ход работы.

Краткие теоретические сведения:

Агрегирующие функции позволяют получать из таблицы сводную (агрегированную) информацию, выполняя операции над группой строк таблицы. Для задания в SELECT-запросе агрегирующих операций используются следующие ключевые слова:

- COUNT определяет количество строк или значений поля;
- SUM вычисляет арифметическую сумму всех выбранных значений данного поля; - AVG вычисляет среднее значение для всех выбранных значений данного поля;
- MAX вычисляет наибольшее из всех выбранных значений данного поля; - MIN вычисляет наименьшее из всех выбранных значений данного поля.

Предложение GROUP BY позволяет группировать записи в подмножества, определяемые значениями какого-либо поля, и применять агрегирующие функции уже не ко всем записям таблицы, а отдельно к каждой сформированной группе.

При необходимости часть сформированных с помощью GROUP BY групп может быть исключена с помощью предложения HAVING.

Предложение HAVING определяет критерий, по которому группы следует включать в выходные данные, по аналогии с предложением WHERE, которое осуществляет это для отдельных строк.

В условии, задаваемом предложением HAVING, указывают только поля или выражения, которые на выходе имеют единственное значение для каждой выводимой группы.

Задания:

1. Необходимо подсчитать общее количество преподавателей из Москвы.

```
SELECT COUNT (SURNAME) FROM LECTURER  
WHERE CITY='Москва';
```

2. Для подсчета общего количества строк в таблице следует использовать функцию COUNT со звездочкой:

```
SELECT COUNT (*) FROM LECTURER WHERE CITY='Москва';
```

Если аргументом функции является столбец, содержащий пустое значение **NULL**, то COUNT вернет число строк, которые не содержат пустые значения и к которым применимо определенное в COUNT условие или группирование.

Поведение функции COUNT(*) не зависит от пустых значений. Она возвращает общее количество строк в таблице.

3. Подсчитать общее количество студентов в таблице «STUDENT».

```
SELECT COUNT (*) AS Количество FROM STUDENT;
```

4. Подсчитать количество студентов, для которых указаны даты рождения.

```
SELECT COUNT (BIRTHDAY) AS Количество FROM STUDENT;
```

5. Для определения среднего значения поля MARK(оценки) по всем записям таблицы EXAM_MARKS можно использовать запрос с функцией AVG следующего вида:

```
SELECT ROUND (AVG (MARK),2) AS Средняя_оценка FROM EXAM_MARKS;
```

6. Функция **AVG** подсчитывает сумму известных значений и делит ее на **количество** этих значений, а не на общее количество значений, среди которых могут быть **NULL**- значения. Если столбец состоит только из пустых значений, то функция AVG также возвратит **NULL**.

7. Вычислить общую сумму стипендии для студентов всех курсов из таблицы «STUDENT».

SELECT SUM(STIPEND) AS Стипендия FROM STUDENT;

8. Вывести максимальное значение стипендии студентов из таблицы «STUDENT».

SELECT MAX (STIPEND) AS Максимальная_стипендия FROM STUDENT;

9. Вывести университет с минимальным рейтингом.

SELECT MIN (RATING) AS Минимальный_рейтинг FROM UNIVERSITY;

10. Составить запрос для подсчёта количества студентов, сдававших экзамен по предмету обучения с идентификатором, равным 22 по таблице EXAM MARKS.

11. Составить запрос, который выполняет выборку для каждого студента значения его идентификатора и минимальной из полученных им оценок по таблице EXAM MARKS, используя предложение GROUP BY.

12. Составить запрос, выполняющий вывод фамилии первого в алфавитном порядке (по фамилии) студента, фамилия которого начинается на букву «П» по таблице STUDENT.

13. Составить запрос, который выполняет вывод (для каждого предмета обучения) наименования предмета и максимального значения номера семестра, в котором этот предмет преподаётся по таблице SUBJECT.

14. Составить запрос для определения количества студентов, сдававших каждый экзамен. 14. Составить запрос для определения количества студентов, проживающих в Воронеже.

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №15 Использование группировки данных.

Цель: получение практических навыков применения агрегированных функций с использованием группировки.

Выполнив работу, Вы будете: уметь:

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.1.3 использовать выбранную среду программирования

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Методические указания для выполнения практических работ, вариант задания, компьютер, программное обеспечение: MS Access, MySQL.

Задание 1:

Разработать итоговые запросы на языке SQL для учебной базы данных.

Краткие теоретические сведения:

Для формирования групп в запросе SELECT используется предложение GROUP BY(группировать по...).

В предложении **GROUP BY** должны быть указаны все выбираемые столбцы, приведенные после ключевого слова **SELECT**, кроме столбцов, указанных в качестве аргумента в агрегирующей ФУНКЦИИ.

При необходимости часть сформированных с помощью **GROUP BY** групп может быть исключена с помощью предложения **HAVING**

HAVING определяет критерий, по которому группы следует включать в выходные данные, по аналогии с предложением **WHERE**, которое осуществляет это для отдельных строк.

Итак, если в операторе **SELECT** задается одновременно предложение **WHERE** и **HAVING**, то порядок выполнения следующий:

1. Отбираются все записи, удовлетворяющие условию **WHERE**
2. Из отобранных записей формируются группы
3. Для каждой группы вычисляются значения групповых функций
4. Отбираются группы, удовлетворяющие условию **HAVING**

Порядок выполнения работы:

1. Вывести предметы, на которые отводится более 36 часов.

```
SELECT SUBJ_NAME, MAX(HOUR) FROM SUBJECT  
GROUP BY SUBJ_NAME HAVING MAX(HOUR) >=36;
```

Найти максимальное значение оценки, полученной каждым студентом.

```
SELECT STUDENT_ID, MAX(MARK) AS Оценки FROM EXAM_MARKS  
GROUP BY STUDENT_ID;
```

В предложении **GROUP BY** для группирования может быть использовано более одного столбца.

3. Найти максимальное значение оценки, полученной каждым студентом по каждому предмету.

```
SELECT STUDENT_ID ,SUBJ_ID, MAX(MARK) AS Оценки FROM EXAM_MARKS  
GROUP BY STUDENT_ID ,SUBJ_ID;
```

В данном случае строки вначале группируются по значениям первого поля, указанного в **SELECT**, а внутри этих групп – в подгруппы по значениям второго поля.

4. Предложение **ORDER BY** может использоваться с **GROUP BY** для упорядочения групп записей. При этом оператор **ORDER BY** в запросе всегда должен стоять последним.

```
SELECT SUBJ_NAME, SEMESTER, MAX(HOUR)AS Часы FROM SUBJECT  
GROUP BY SEMESTER, SUBJ_NAME ORDER BY SEMESTER;
```

Форма представления результата:

Отчет по выполненной лабораторной работе **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.
Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.2. Проектирование программного Обеспечения

Лабораторное занятие № 16

Разработка модульной структуры проекта, перечня артефактов и протоколов проекта

Цель: Создание структуры проекта и заполнение базовой информации о проекте. Изучение процесса создания модульной структуры программного обеспечения, осуществляемого с помощью структурных карт Консультанта. Получение первичных навыков планирования работ по разработке и внедрению автоматизированных информационных систем, разработка протоколов проекта.

Выполнив задания, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- соблюдать процедуру установки прикладного программного обеспечения в соответствии с требованиями организации-производителя;
- документировать произведенные действия, выявленные проблемы и способы их устранения;
- создавать резервные копии программ и данных, выполнять восстановление, обеспечивать целостность программного продукта и данных.
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Персональный компьютер, пакет Microsoft Office, доступ к Internet ресурсам, программа MS Project, среда программирования Visual Studio 2019.

Задание:

Издать структуру проекта и заполнить базовую информацию о проекте. Разработать модульную структуру программного обеспечения с помощью структурных карт Консультанта.

Порядок выполнения работы:

1. Создать новый проект любым способом, заполнить сведения о проекте, изменить базовый календарь проекта, включить в проект дополнительную документацию.
2. В соответствии с требованиями, предъявляемыми техническим заданием, и результатами внешнего проектирования разработать модульную структуру подсистемы обслуживания клиента по его кредитной карте в банкомате.
3. Сформировать календарный план выполнения работ по проекту на основе технического задания на разработку и внедрение автоматизированной информационной системы:

Краткие теоретические сведения:

1. Работа в программе MS Project

Новый проект в программе MS Project может быть создан как с нуля, так и используя один из предлагаемых стандартных шаблонов. Шаблон представляет собой особый тип файла проекта, содержащий набор информации, призванной упростить работу над проектом. В состав шаблона обычно входит список заранее организованных и размещенных определенным образом задач, а также информация о ресурсах, пользовательские представления, календари, отчеты, макросы и т.д. Любая информация, предлагаемая шаблоном, может быть изменена в соответствии с требованиями конкретного проекта. В качестве шаблона также может быть использован созданный ранее проект. При создании проекта из шаблона необходимо выбрать на панели *Консультанта* ссылку *Общие шаблоны*. Далее на вкладке *Шаблоны проектов* выбирается необходимый шаблон.

Консультанта и выбираем ссылку *Определение проекта*. Ответив на вопросы о дате начала проекта и совместной работе над проектом и сохранив результат, выбираем ссылку *Определение рабочего времени проекта* для запуска мастера *Рабочее время проекта*. Таким образом мы можем настроить календарь проекта. Следующим решением, которое необходимо принять на стадии создания, является выбор исходной даты проекта. План проекта может быть составлен от даты начала или завершения проекта. Для настройки планирования от начальной даты выберите в меню Проект пункт сведения о проекте. В появившемся окне (рис.3) выбираем планирование *От даты начала проекта* и ставим *Дату начала*. Да окончания будет рассчитана далее автоматически. В случае планирования от конечной даты выбираем *От даты окончания проекта* и ставим *Дату окончания*. В этом случае автоматически будет рассчитываться дата начала.

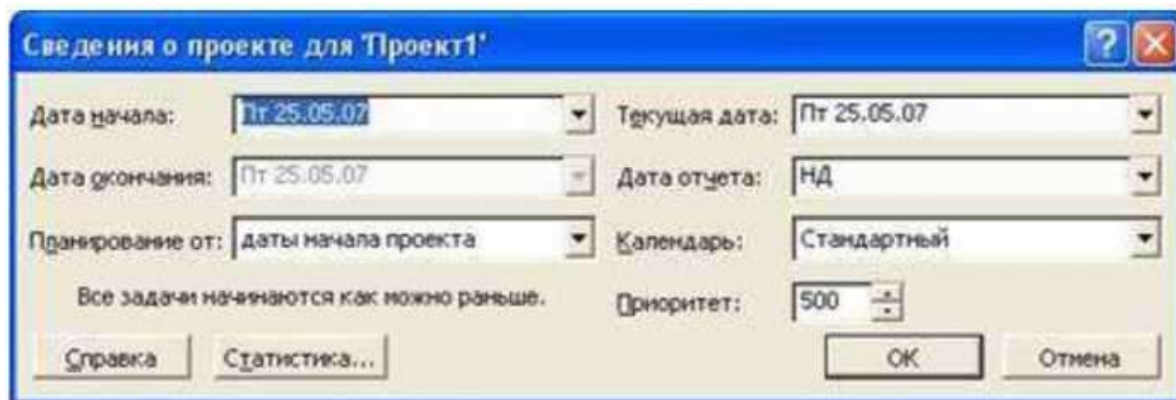


Рис.3. Настройка сведений о проекте

Также в этом окне мы можем выбрать календарь для проекта. В состав пакета MS Project входит три базовых календаря - стандартный, ночная смена и 24 часа. В *стандартном календаре* рабочий день начинается с 8:00 и заканчивается в 17:00

с обеденным перерывом с 12:00 до 13:00. Рабочая неделя начинается с понедельника и заканчивается в пятницу. Это календарь, применяемый по умолчанию. В *календаре ночной смены* рабочий день начинается с 23:00 и заканчивается в 8:00 с часовым перерывом с 03:00 до 04:00. В *календаре «24 часа»* рабочее время продолжается круглые сутки без выходных и обеденных перерывов. Базовые календари можно редактировать для этого в меню *Сервис* необходимо выбрать пункт *Изменение рабочего времени*. В появившемся окне (рис.4.) выбираем базовое расписание, которое мы хотим отредактировать. Для изменения рабочего времени одного дня необходимо выбрать этот день в календаре. Далее, если необходимо сделать этот день выходным, мы выбираем параметр *нерабочее время*, если же мы хотим только изменить временные рамки рабочего дня, то выбираем параметр *нестандартное рабочее время* и в полях ниже вводим время начала и завершения рабочего дня.

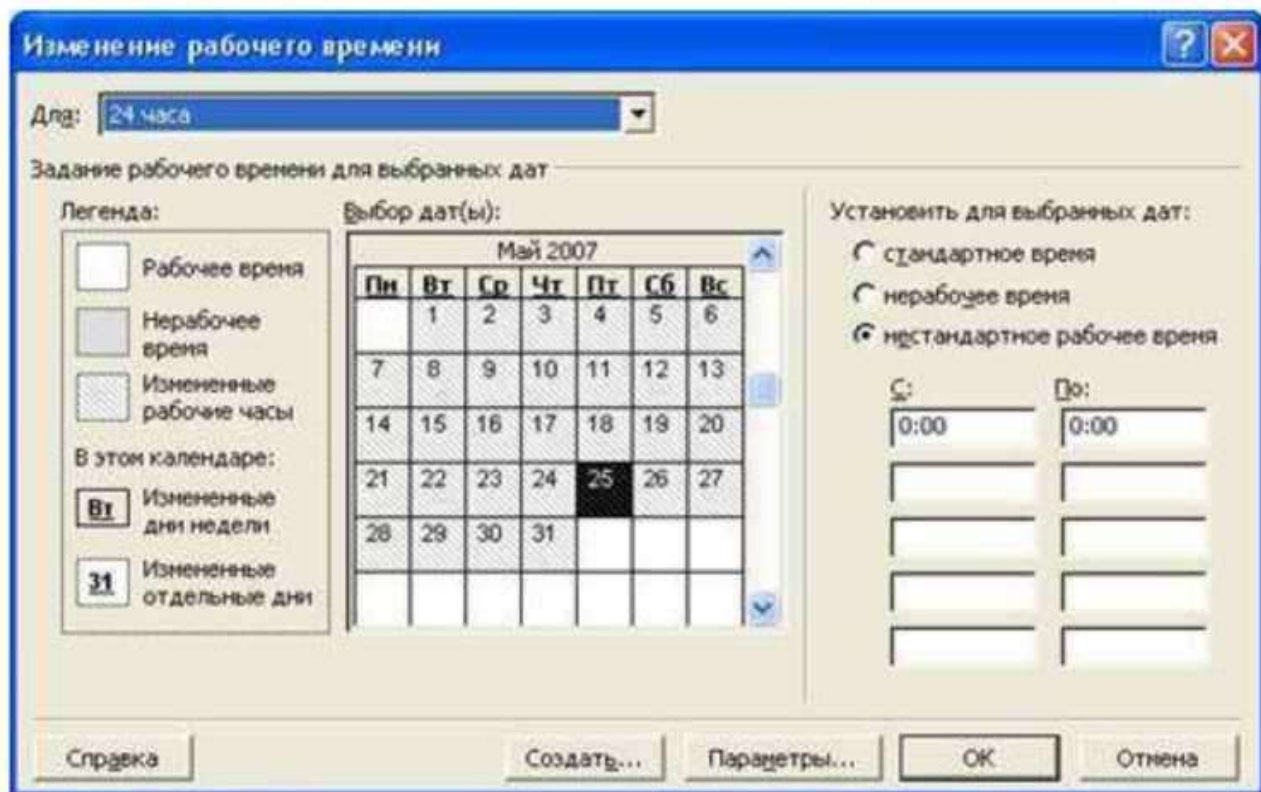


Рис.4. Изменение рабочего времени

Можно также создать новое базовое расписание. Для этого в окне *Изменение рабочего времени* нажимаем кнопку *Создать*. В появившемся окне (рис.5) выбираем создание нового календаря на основе стандартного или создание копии любого другого календаря. Значения рабочего времени для вновь созданного календаря могут также быть отредактированы через окно *Изменение рабочего времени*.

Создаваемый проект может быть использован в качестве хранилища проектной документации, например, обзора проекта, результатов проведенных анализов или спецификации создаваемого продукта. Для присоединения такой документации целесообразно использовать т.н. суммарную задачу проекта, содержащую итоговую информацию о датах и стоимости проекта. Для отображения суммарной задачи на диаграмме Ганта необходимо в меню *Сервис* выбрать пункт *Параметры* и перейти на вкладку *Вид*. На данной вкладке необходимо выбрать параметр *Показать суммарную задачу проекта* под заголовком *Параметры структуры для проекта*. Суммарная задача появится в нулевом ряду диаграммы Ганта. Проектная документация может как включаться в файл проекта, так и быть доступной через гиперссылки. Для включения документов в файл проекта необходимо выбрать суммарную задачу проекта и нажать кнопку *Сведения о задаче*, расположенную на стандартной панели задач. В открывшемся окне (рис.6) выбираем вкладку *Заметки*. На вкладке нажимаем кнопку *Вставить объект*. В открывшемся окне необходимо выбрать опцию *Создать из файла*. После этого указываем путь к файлу документа, который предполагается включить в проект.

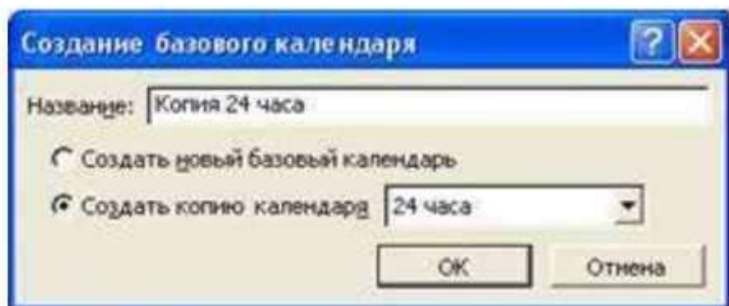


Рис.5. Создание базового календаря

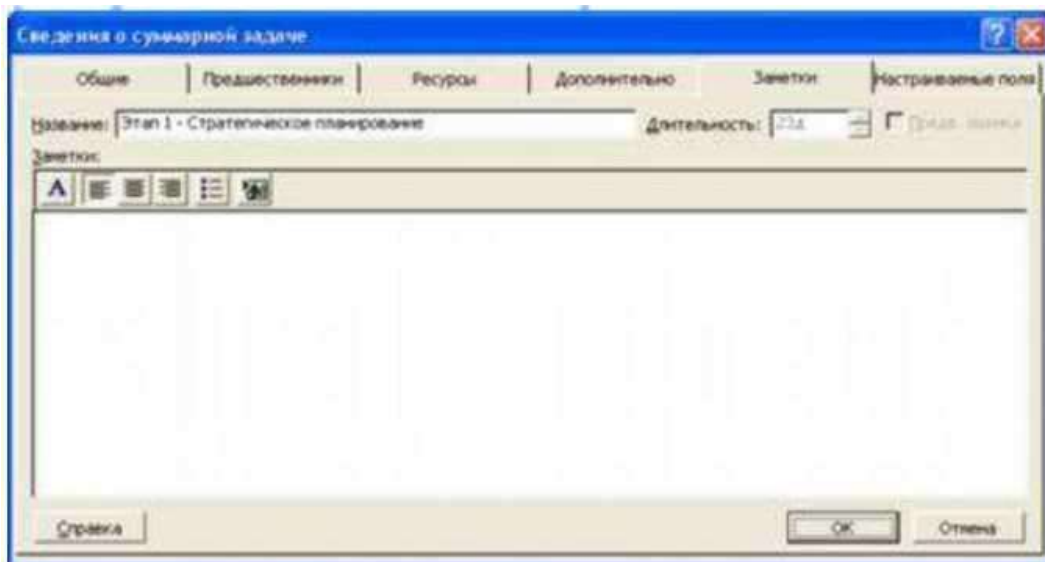
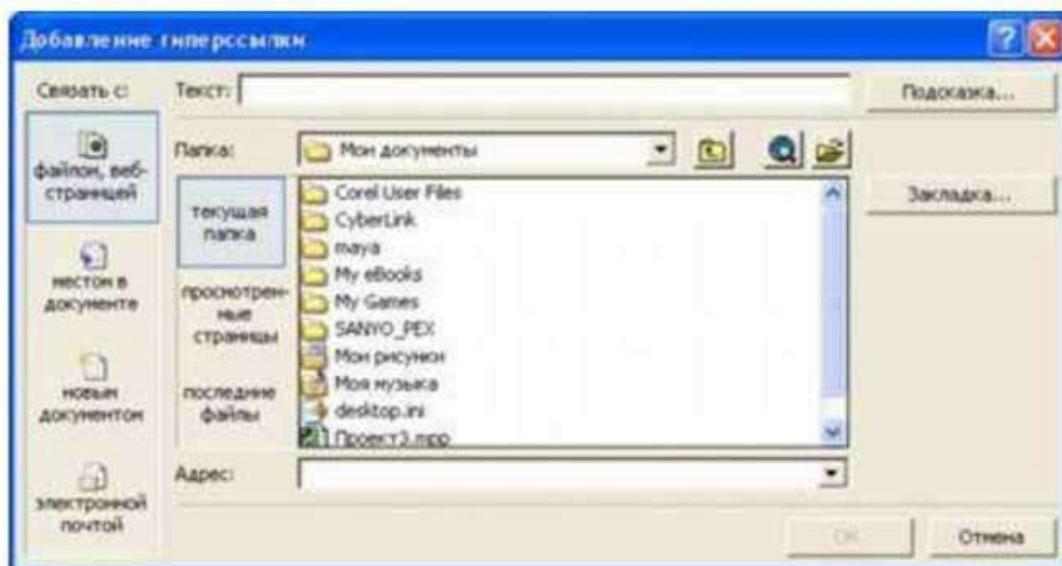


Рис.6. Сведения о задаче

После закрытия окна сведений о суммарной задаче в диаграмме Ганта появится индикатор примечаний. Для создания гиперссылки к документу необходимо нажать кнопку Гиперссылка на панели задач. В поле Текст открывшегося диалогового окна *Добавление гиперссылки* (рис.7) введите название связываемого документа, затем выберите документ в списке. В поле индикаторов диаграммы Ганта появится индикатор



гиперссылок.

Рис.7. Добавление гиперссылки

0. Разработка модульной структуры проекта

Обмен данными между программными модулями осуществляется через общую область памяти, в которую модуль управления устройством считывания помещает данные о пароле (Parol), атрибуты клиента (Client Attributes) и лимит денег на счету (Limit of money). Модуль аутентификации получает из этой общей области памяти сведения о пароле и возвращает в головной модуль управляющий параметр Autentification flag, содержащий результат аутентификации. Модуль получения и обработки запроса на обслуживание для своей работы получает из общей области памяти атрибуты клиента и лимит денег на счету.

Чтобы добиться декомпозиции на модули максимальной прочности и минимального сцепления, необходимо спроектировать модульную структуру в виде дерева, в том числе и со сросшимися ветвями. В узлах такого дерева размещаются программные модули, а направленные дуги (стрелки) показывают статическую подчинённость модулей, т.е. каждая дуга показывает, что в тексте модуля, из которого она исходит, имеется ссылка на модуль, в который она входит.

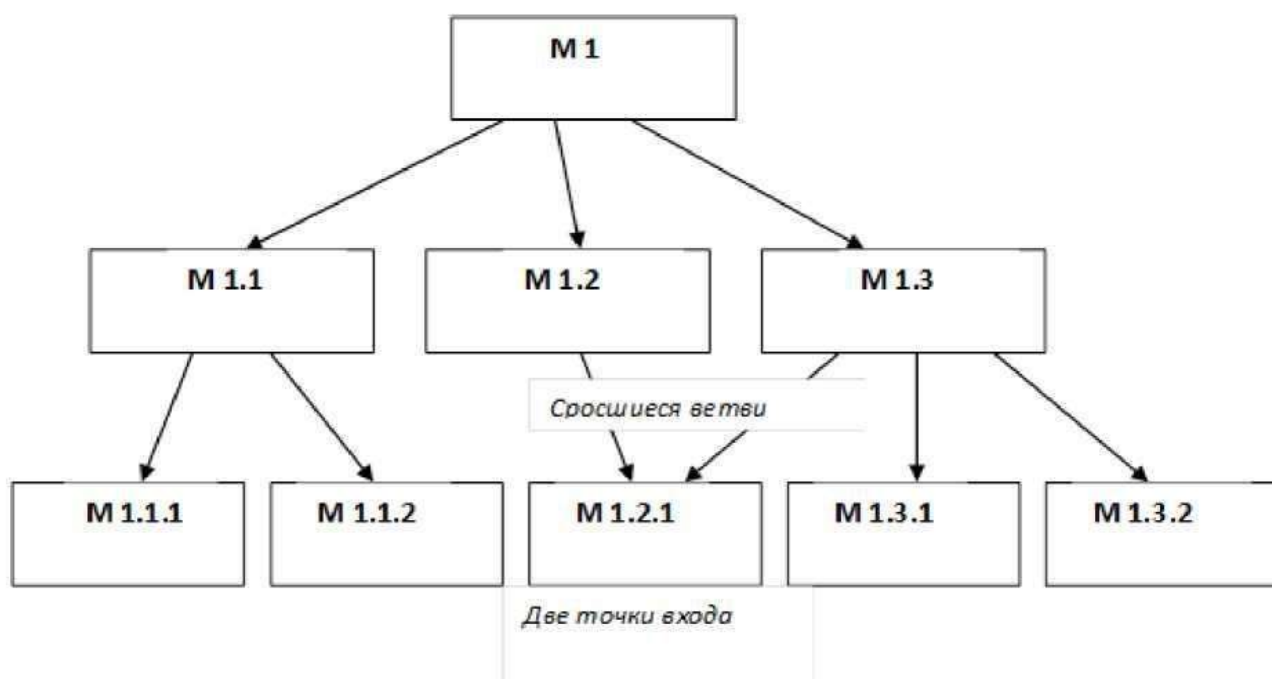


Рис. 1. Пример иерархического дерева модулей

При этом модульная структура программы должна, помимо картинки, включать спецификацию программного модуля.

1. спецификация программного модуля должна содержать:
2. синтаксическую спецификацию его входов (имя модуля, типы передаваемых ему параметров, типы возвращаемых результатов, синтаксис обращения к любому ему входов)
3. функциональную спецификацию (описание семантики функций, выполняемых модулем по каждому из его входов).

В процессе разработки модульная структура может по-разному использоваться для определения порядка программирования модулей — восходящая и нисходящая разработка.

В восходящей разработке модули программируются, начиная с нижних уровней, и сразу тестируются, исходя из функциональных спецификаций. Такой порядок представляется естественным, т.к. каждый новый модуль выражается через уже запрограммированные и проверенные модули. Однако современная технология не рекомендует этот прием, т.к. при этом трудно обеспечить концептуальную целостность ПС.

Концептуальная целостность предполагает общие принципы реализации, предположения, структуры данных, - а они могут быть ещё не ясны в начальных стадиях разработки.

Перепрограммирование же модулей нижних уровней связано с большими затратами, т.к. требует не только повторной разработки текстов, но и повторного тестирования.

Предпочтительной является нисходящая разработка. В этой технологии программирование начинается с модуля с самого верхнего уровня. При этом для тестирования модули нижних уровней заменяются простыми по конструкции имитаторами, которые либо моделируют работу нижних уровней (например, реализуют таблицы; вход-отклик), либо просто сообщают о своём вызове и завершаются признаком успеха. Такая реализация обеспечивает большую концептуальную целостность и меньший объём разрабатываемых тестов, каждый модуль здесь тестируется при т.н. «естественном» состоянии информационной среды, т.к. он вызывается реальным (оттестированным) модулем верхнего уровня.

0. Формирование календарного плана выполнения работ по проекту

Для проведения успешного проекта нужно оценить объем предстоящих работ, возможный риск, требуемые ресурсы, предстоящие задачи, определить контрольные точки, стоимость и план работ, которому желательно следовать. Процесс руководство программным проектом включает решение вышеперечисленных задач. Этот процесс начинается перед технической работой,

продолжается по мере развития ПО от идеи к реальности и достигает наибольшей интенсивности к концу работ. Основной задачей при планировании является определение структуры распределения работ WBS (Work Breakdown Structure) с помощью средств планирования работ (например, MS Project). План выполнения работ составляется на основе декомпозиции проекта вплоть до постановки элементарных задач, которые могут быть выяснены по результатам предварительного анализа. При этом возможно применение содержательных моделей системного анализа. Например, использование модели декомпозиции типа «жизненный цикл» позволит разбивать отдельные задачи на подзадачи путем определения последовательности действий.

Процесс декомпозиции будет определяться принятой моделью жизненного цикла разработки программного обеспечения.



Рис. 1. Декомпозиция задач, которые необходимо решить в процессе выполнения проекта по разработке программного обеспечения

Для каждой элементарной задачи должны быть определены:

1. ресурсы, необходимые для решения задачи (в том числе трудовые);
2. объем работ, выраженный в принятой системе метрик;
3. стоимость работ (может быть вычислена на основе объема работ и стоимости привлекаемых ресурсов);
4. длительность работ (может быть вычислена на основе объема работ, количества привлекаемых трудовых ресурсов и принятых нормативов производительности).

Между отдельными элементарными задачами могут быть определенные зависимости, заключающиеся в том, что одни задачи могут выполняться параллельно, другие - в строгой последовательности (для выполнения одних задач могут требоваться результаты выполнения других).

После определения зависимостей можно приступать к распределению элементарных задач по времени. При этом особое внимание следует остановить на задачах, выполняемых параллельно. Параллельность действий повышает требования к планированию.

Необходимо четко отследить наличие ресурсов, необходимых для выполнения каждой задачи. Если план предусматривает использование ресурса 1 для выполнения задач А и Б, то эти задачи не могут выполняться параллельно, даже если между ними нет концептуальной зависимости. Кроме того, руководитель проекта должен знать задачи, лежащие на критическом пути. Для того чтобы весь проект был выполнен в срок, необходимо выполнять в срок все критические задачи.

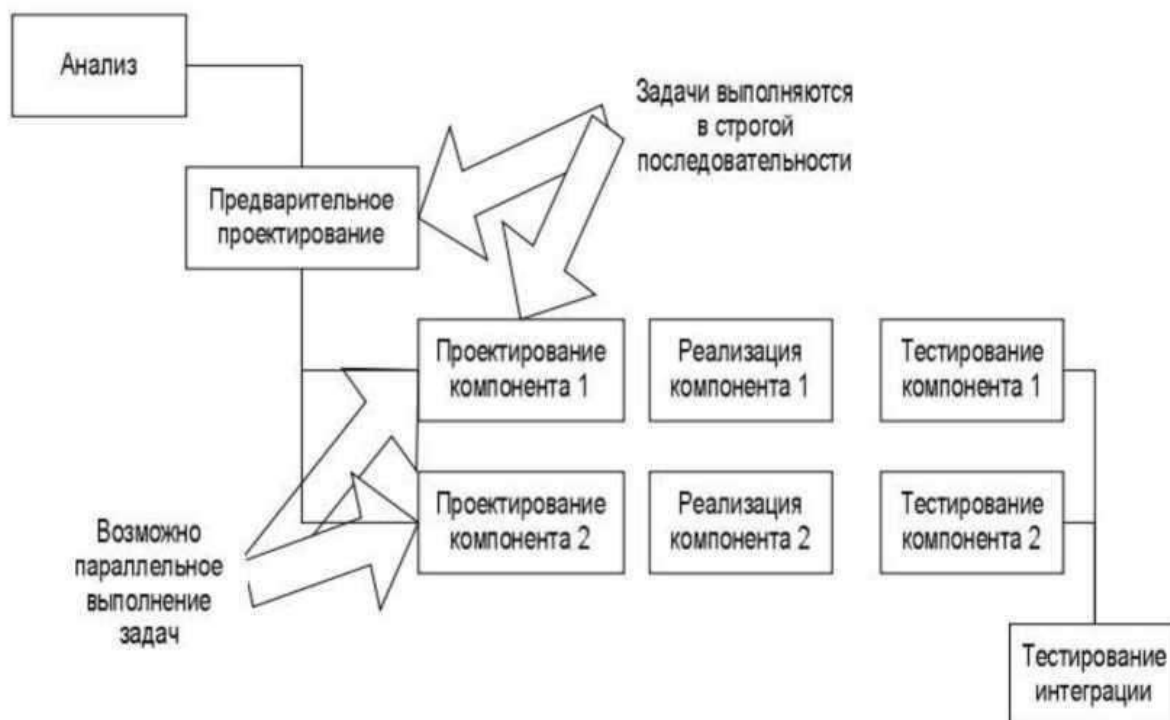


Рис. 2. Параллельное и последовательное выполнение задач

Календарный план помимо распределения задач и ресурсов по времени должен предусматривать процедуры контроля промежуточных результатов. Такие процедуры обычно называют вехами. Очень важно, чтобы вехи были расставлены через регулярные интервалы вдоль всего процесса разработки программного обеспечения. Кроме того, желательно чтобы вехи совпадали со сроком выполнения критических задач. Это даст руководителю возможность не только регулярно получать информацию о текущем положении дел, но и объективно оценивать риски срыва сроков выполнения проекта, принимать оперативные решения по снижению этих рисков. В первую очередь определите основные фазы выполнения проекта.

В основу может быть положена принятая модель жизненного цикла процесса разработки программного обеспечения. Например, при использовании каскадной модели основными фазами будут являться анализ, проектирование, реализация, тестирование, внедрение. Далее определите состав работ внутри каждой фазы, в соответствии с сутью разработки.

Таким образом будет определен состав работ по проекту. Каждая фаза должна заканчиваться вехой - специальной единицей работы, подразумевающей контроль выполнения работ по проекту и достижение некоторого промежуточного или окончательного результата. Далее определите длительность каждой работы, входящей в план работ.

Для определения длительности могут быть использованы различные регрессионные модели (например, СОСОМО II), или же может применяться прямой метод оценки. Следующим этапом является определение связей между задачами. В большинстве средств планирования (например, в MS Project), существует четыре вида связей: Связь типа окончание - начало означает, что задача Б не может начаться раньше окончания задачи А (например, если в процессе выполнения задачи Б используются результаты, получаемые при решении задачи А).

Связь типа начало - начало означает, что задача Б не может начаться до тех пор, пока не началось выполнение задачи А. Например, тестирование программного компонента не может начинаться до того, как была начата его разработка, но, в то же время, для написания тестов не обязательно дожидаться окончания разработки этого компонента. Связь типа окончание - окончание означает, что работа Б не может окончиться до тех пор, пока не завершится выполнение работы А. Например, проектирование базы данных не может быть закончено до того, как будет завершено семантическое моделирование предметной области.

Связь окончание - начало означает, что задача Б не может закончиться до того, как началась задача А. Обычно такая связь используется в том случае, когда А является задачей с фиксированной датой начала, которую нельзя изменить. После того, как определен состав работ, нужно определить, кто эти задачи будет выполнять и какое оборудование должно

использоваться.

Сформируйте список ресурсов, для каждого ресурса определите название и стоимость его использования. Далее назначьте ресурсы на выполнение конкретных задач. При первом назначении ресурса будут автоматически рассчитаны трудозатраты. В тех случаях, когда необходимо ускорить выполнение тех или иных задач, на них могут быть назначены дополнительные ресурсы. После распределения ресурсов необходимо выполнить выравнивание их нагрузки. В тех случаях, когда на параллельно выполняемые задачи назначается один и тот же ресурс, нагрузка на него может превысить максимально допустимую. Для выравнивания нагрузки установите дополнительные связи между задачами таким образом, чтобы задачи, использующие один и тот же ресурс, выполнялись последовательно.

Ход работы:

Задание 1. Создать новый проект любым способом, заполнить сведения о проекте, изменить базовый календарь проекта, включить в проект дополнительную документацию.

1. С помощью меню кнопки Пуск вызвать приложение Microsoft Project на рабочий стол.
2. Вызвать на поле рабочего окна приложения ранее подготовленный проект, используя библиотеку шаблонов: в области задач Создание проекта перейти на поле группы Создание с помощью шаблона и выбрать гиперссылку Общие шаблоны. На вкладке Шаблоны открыть лист Шаблоны проектов, выбрать шаблон Новый продукт и щелкнуть по кнопке ОК.
3. Сохранить шаблон проекта под новым именем: открыть меню Файл, активизировать команду Сохранить как и перейти на поле диалогового окна Сохранение документа; в диалоговом окне перейти на рабочую папку, записать в поле имени файла новое имя проекта, например FIO_Project, и щелкнуть по кнопке Сохранить.
4. Закрыть пустой проект, т.е. перейти на поле проекта Проект 1, активизировать команду Закрыть в меню Файл.
5. На поле текущего проекта убрать Область задач, для чего следует щелкнуть по кнопке Закрыть, размещенной в правом верхнем углу области.
6. Разместить на рабочем поле различные представления о состоянии проекта: вызвать Панель представлений, для чего в меню Вид щелкнуть по соответствующей команде. Панель представлений позволяет вызвать различные формы представления информации о проекте с помощью соответствующих кнопок; настроить комбинированное представление, используя команду Разделить в меню Окно и соответствующие кнопки панели инструментов, например Диаграмма Ганта и График ресурсов, Использование задач и Использование ресурсов, Диаграмма Ганта и Использование задач. Найти необходимую информацию об использовании ресурсов на Графике ресурсов, данные об их использовании (временной загрузке).
7. Настройка таблицы диаграммы Ганта: снять разделение на рабочей области с помощью команды Разделить из меню Окно и вызвать представление Диаграмма Ганта. Для вызова соответствующего столбца используется меню команды Таблица. Далее следует ознакомиться с основными опциями этого меню; перейти на поле меню Вид и раскрыть меню опций с помощью команды Таблица.

В исходном положении выбрана опция Ввод, которая устанавливает рядом с диаграммой первые два столбца таблицы: Наименование задачи (постоянный столбец) и столбец Длительность задачи; выбрать опцию Гиперссылка — рядом со столбцом задач появится столбец Гиперссылка. В ячейках этого столбца можно записать вспомогательные сведения о задачах путем составления заметок, вложения файлов или формирования гиперссылок на сопутствующую информацию, находящуюся в файле проекта или в других местах. Это позволяет подготовить библиотеки документов и связать их с проектами и задачами.

После этого руководители проекта и другие заинтересованные стороны смогут просматривать сопровождающие документы в своих вебобозревателях; выбрать опцию Затраты. В этом случае появляются три столбца затрат: Фиксированные затраты, Начисления фактических затрат и Общие затраты. перейти на опцию Использование. На рабочем поле таблицы появятся два столбца: Трудозатраты и Длительность; просмотреть опцию Календарный план. Она вызывает четыре столбца: Начало, Окончание, Позднее начало, Позднее окончание;

активировать опцию Отклонение и убедиться, что последние два столбца на поле будут заменены на столбцы Базовое начало и Базовое окончание; вызвать опцию Отслеживание, что позволяет вызвать другую группу из четырех столбцов: Фактическое начало, Фактическое окончание, % завершения и Физический % завершения; щелкнуть по опции Суммарные данные, что позволит установить такую последовательность столбцов: Длительность, Начало, Окончание и % завершения; использование опции Трудозатраты, чтобы одновременно увидеть следующие данные: Трудозатраты, Базовые, Отклонения, Фактические.

0. Настроить таблицу, добавляя необходимые и удаляя лишние столбцы: добавить новые столбцы в таблицу следует в меню Вставка, выбрать команду Столбец и в поле диалога Определение столбца с помощью раскрывающегося списка Имя поля выбрать новое поле, например, Трудозатраты; удалить установленный столбец с помощью контекстного меню, которое следует вызвать щелчком правой клавиши мыши по полю удаляемого столбца. В контекстном меню следует активизировать команду Скрыть столбец.
0. Выполнить фильтрацию данных диаграммы Ганта: выбрать кнопку Другие представления на панели представлений. На поле диалогового окна в списке Представления выбрать строку Подробная Диаграмма Ганта и щелкнуть по кнопке Применить; раскрыть список Фильтр, размещенный на панели форматирования, и щелкнуть по строке Вехи.
0. Выполнить сортировку задач проекта по длительности: в меню Проект выбрать команду Сортировка, в меню опций которой выбрать Сортировать по; в диалоговом окне Сортировка раскрыть список Сортировать по и выбрать в нем строку Длительность. Установить флажок По возрастанию и щелкнуть по кнопке Сортировать; отодвинув поле диаграммы так, чтобы видеть столбец Длительность, убедиться в правильности выполненной операции.
0. Настроить изображение диаграммы Ганта: для настройки формы и цвета отрезков в меню Формат выбрать команду Стили отрезков. В верхней части вкладки выбрать тип задачи и стиль отрезка, который следует изменить. На нижней части вкладки перейти на лист Отрезки, где выполнить операции по изменению стиля отрезка, его формы, узора и цвета; показать текст, который следует разместить рядом с отрезком (информация, отображаемая соответствующим элементом диаграммы). Для этого на вкладке Стили отрезков раскрыть лист Текст и показать, где (слева, справа, снизу, сверху или внутри отрезка) следует разместить текст; настроить шкалу времени диаграммы. Перевести курсор на поле шкалы времени и вызвать контекстное меню, где выбрать опцию Шкала времени. На соответствующей вкладке выбрать уровень шкалы времени (Верхний, Средний, Нижний) и в раскрывающемся списке Отображать выбрать строку Три уровня. Шкала времени может состоять из трех уровней (например, год, квартал, месяц), но обязателен только Средний уровень; перейти на лист Верхний уровень и установить Год в строке Единицы, показать текстовое обозначение года в раскрывающемся списке Надписи, выбрать необходимый стиль форматирования надписи и др.; перейти на лист Средний уровень и выбрать в качестве единицы измерения Квартал; перейти на лист Нижний уровень и установить в качестве единицы измерения времени Месяцы; проверить полученный результат настройки диаграммы Ганта.
0. Сохранить проект в рабочей папке и закрыть приложение.

Задание 2. В соответствии с требованиями, предъявляемыми техническим заданием, и результатами внешнего проектирования разработать модульную структуру подсистемы обслуживания клиента по его кредитной карте в банкомате.

В составе программного обеспечения можно выделить следующие программные модули: Головной модуль (Main module), Модуль управления устройством считывания кредитной карты (Credit card control module), Модуль аутентификации (Authentication module) и Модуль получения и обработки запроса на обслуживание (Reception and processing module). Кроме этого в состав ПО необходимо включить модуль данных кредитной карты (Credit card data).

Основной функцией Головного модуля является организация общего управления поведением подсистемы и выполняет вызов всех остальных программных модулей.

Модуль управления устройством считывания кредитной карты выполняет функции связанные с обработкой кредитной карты: ввод, считывание хранящейся на ней информации,

удаление.

Модуль аутентификации выдает сообщение клиенту на ввод ключевых данных, выполняет получение пароля и проверку его правильности.

Модуль получения и обработки запроса на обслуживание выполняет следующие функции: Получение запроса на обслуживание и проверка возможности его исполнения, Обработка запроса на обслуживание, включающая такие действия как:

- обработка внутренней банковской документации по клиенту;
- распечатка баланса клиента;
- выдача наличных денег и информирование компьютера банка об изъятых из банка деньгах;
- распечатка операции клиента.

На рис. 2 приведена структурная карта, демонстрирующая отношения между указанными модулями системы.

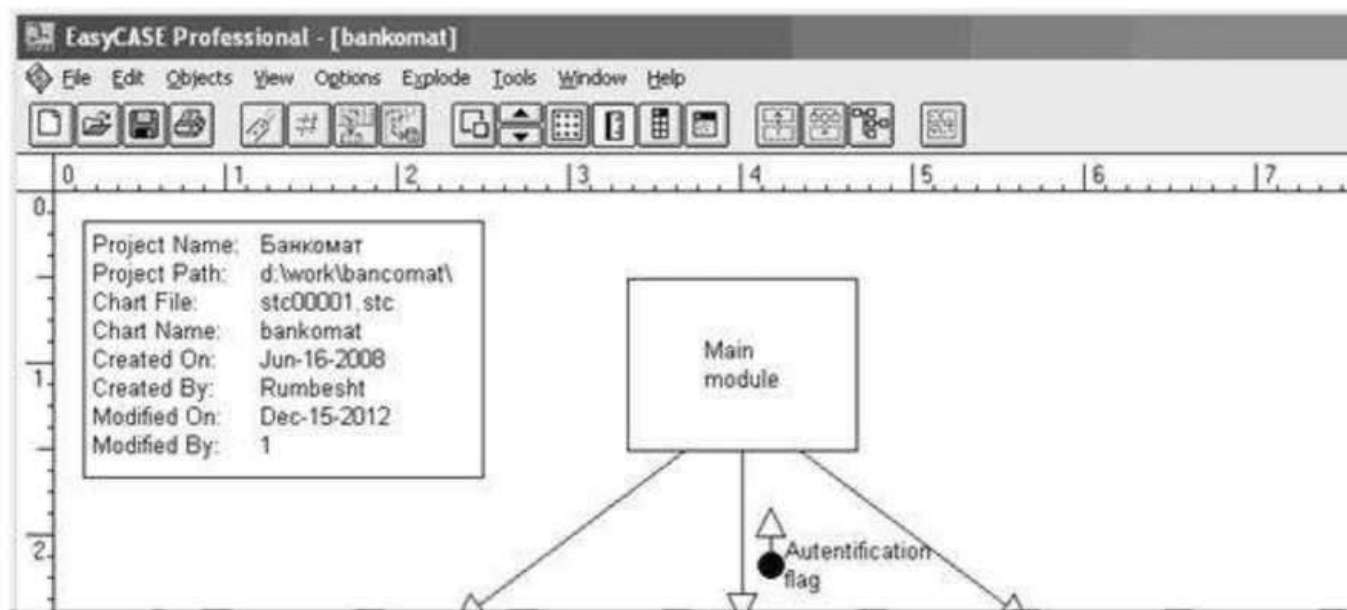


Рис. 2. Модульная структура программного обеспечения

Согласно этой диаграмме головной модуль обращается к модулям управления устройством считывания кредитной карты, аутентификации и получения и обработки запроса на обслуживание. Вызов указанных модулей осуществляется согласно внутренней логики головного модуля, реализующей следующий сценарий: При инициации действий со стороны клиента головной модуль, вызывает модуль управления устройством считывания кредитной карты для ее ввода и считывания с нее информации. После завершения считывания управление возвращается головному модулю, который затем обращается к модулю аутентификации. Модуль аутентификации проверяет подлинность клиента и вместе с результатом этой проверки возвращает управление головному модулю. В зависимости от результатов аутентификации головной модуль либо вызывает модуль управления устройством считывания для удаления кредитной карты, либо обращается к модулю получения и обработки запроса на обслуживание для предоставления требуемого сервиса. Если осуществляется вызов получения и обработки запроса на обслуживание, то после завершения его работы головной модуль обращается к модулю управления устройством считывания для удаления кредитной карты.

Задание 3. Сформировать календарный план выполнения работ по проекту на основе технического задания на разработку и внедрение автоматизированной информационной системы.

1. Ознакомьтесь с техническим заданием.
2. Выберите модель жизненного цикла процесса разработки и внедрения ПО, которая, по вашему мнению, в наибольшей степени соответствует рассматриваемой ситуации.
3. Выделите основные этапы работ.
4. Выделите основные задачи внутри отдельных этапов работ.
5. Определите зависимости между задачами.

6. Определите порядок выполнения отдельных задач.
7. Назначьте исполнителей на решаемые задачи.
8. Сбалансируйте нагрузку исполнителей.

Форма представления результата:

1. Текст должен быть написан шрифтом Times New Roman, 12. Интервал между строками и абзацами - 1,5. Отступ слева 1,5. Ориентация текста - по ширине страницы. Скриншоты необходимо подписать. Название практической работы, цель работы, ход работы, вывод, ответы на контрольные вопросы должны быть выделены жирным шрифтом.
2. Заключение (выводы).
3. Список используемой литературы.

Контрольные вопросы:

1. Зачем необходимы шаблоны проектов?
2. В чем разница между планированием проекта от даты начала или даты его окончания?
3. Какие существуют базовые календари в программе MS Project?
4. Как внести изменения в базовый календарь?
5. Как включить в проект проектную документацию?
6. Цель разработки модульной структуры.
7. Понятие программного модуля, передачи управления, организации связи по управлению и по данным.
8. Виды связности модулей.
9. Виды целостности модулей.
10. Типовые модульные структуры.
11. Проектирование модульной структуры с помощью структурных карт.
12. Построение структурных карт с помощью программного продукта EasyCASE Professional Version 4.21.016.
13. Опишите понятие техническое задание.
14. Что такое жизненный цикл ПО?
15. В чем разница между параллельным и последовательным выполнением задач?

Критерии оценки:

Работа выполнена полностью и не содержит ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «отлично».

Работа выполнена полностью, но содержит не более двух ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «хорошо».

Работа выполнена с ошибками, студент не полностью учел и рассмотрел особенности предметной области и представил краткий отчет - оценка «удовлетворительно».

Работа выполнена с грубыми ошибками, студент не учел особенности предметной области, отчет составлен неграмотно - оценка «неудовлетворительно».

Лабораторное занятие № 17

Настройка работы системы контроля версий (типов импортируемых файлов, путей, фильтров и др. параметров импорта в репозиторий)

Цель: Изучить на практике понятия и компоненты систем контроля версий (СКВ), приемы работы с ними.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- соблюдать процедуру установки прикладного программного обеспечения в соответствии с требованиями организации-производителя;
- документировать произведенные действия, выявленные проблемы и способы их устранения;

- создавать резервные копии программ и данных, выполнять восстановление, обеспечивать целостность программного продукта и данных.
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы.

Материальное обеспечение: персональный компьютер, среда программирования Visual Studio 2019.

Задание:

Создать новый проект, осуществить ветвление и слияние в локальном репозитории.

Порядок выполнения работы:

1. Установите TortoiseSVN на компьютере.
2. Создайте новый проект.
3. Создайте локальный репозиторий для своего проекта.
4. Удалите созданный проект на своем компьютере и обновите проект из репозитория.
5. Внесите изменения в файлах с исходными кодами и сохраните изменения в репозитории. Обновите файлы с исходными кодами из репозитория.
6. Внесите изменения в файлах с исходными кодами таким образом, чтобы у двух участников проекта изменения были в одном и том же файле. Попробуйте сохранить изменения в репозитории. Устраните обнаруженные конфликты версий. Повторно сохраните изменения в репозитории.
7. Создайте отдельную ветку проекта. Внесите изменения в файлы с исходными кодами. Сохраните изменения в репозитории.
8. Объедините созданную на предыдущем шаге ветку с основной веткой проекта.
9. Выведите на экран лог изменений файла, в котором было наибольшее количество изменений.
10. Отобразите на экране сравнение файла до и после внесения одного из изменений.
11. Создайте репозиторий в сети Интернет. Повторите шаги 4 - 6.

Краткие теоретические сведения:

Управление версиями - это искусство работы с изменениями информации. Долгое время оно было жизненно важным инструментом программистов, которым необходимо произвести небольшие изменения в программе, или же сделать —откат! изменений, возвращаясь к предыдущей версии. Однако полезность систем управления версиями выходит далеко за пределы мира разработчиков программного обеспечения. Управление версиями требуется повсюду, где можно встретить людей, использующих компьютер для работы с постоянно изменяющейся информацией

Software Configuration Management или **Конфигурационное управление** подразумевает под собой комплекс методов, направленных на то, чтобы систематизировать изменения, вносимые разработчиками в программный продукт в процессе его разработки и сопровождения, сохранить целостность системы после изменений, предотвратить нежелательные и непредсказуемые эффекты, а также сделать процесс внесения изменений более формальным. Изначально управление конфигурацией применялось не в программировании, но в связи с высокой динамичностью сферы разработки ПО, в ней она особенно полезна. К процедурам можно отнести создание резервных копий, контроль исходного кода, требований проекта, документации и т. д. Степень формальности выполнения данных процедур зависит от размеров проекта, и при правильной ее оценке данная концепция может быть очень полезна. Конфигурационное управление требует выполнения множества трудоемких рутинных операций. На практике, в большинстве случаев, для конфигурационного управления применяются специальные системы контроля версий исходного кода программ. В качестве примера такой системы рассмотрим самую распространенную на сегодняшний день - Subversion.

Subversion - это бесплатная система управления версиями с открытым исходным кодом. Subversion позволяет управлять файлами и каталогами, а так же сделанными в них изменениями во времени. Это позволяет восстановить более ранние версии данных, дает возможность изучить историю всех изменений. Благодаря этому многие считают систему управления версиями своего рода «машиной времени».

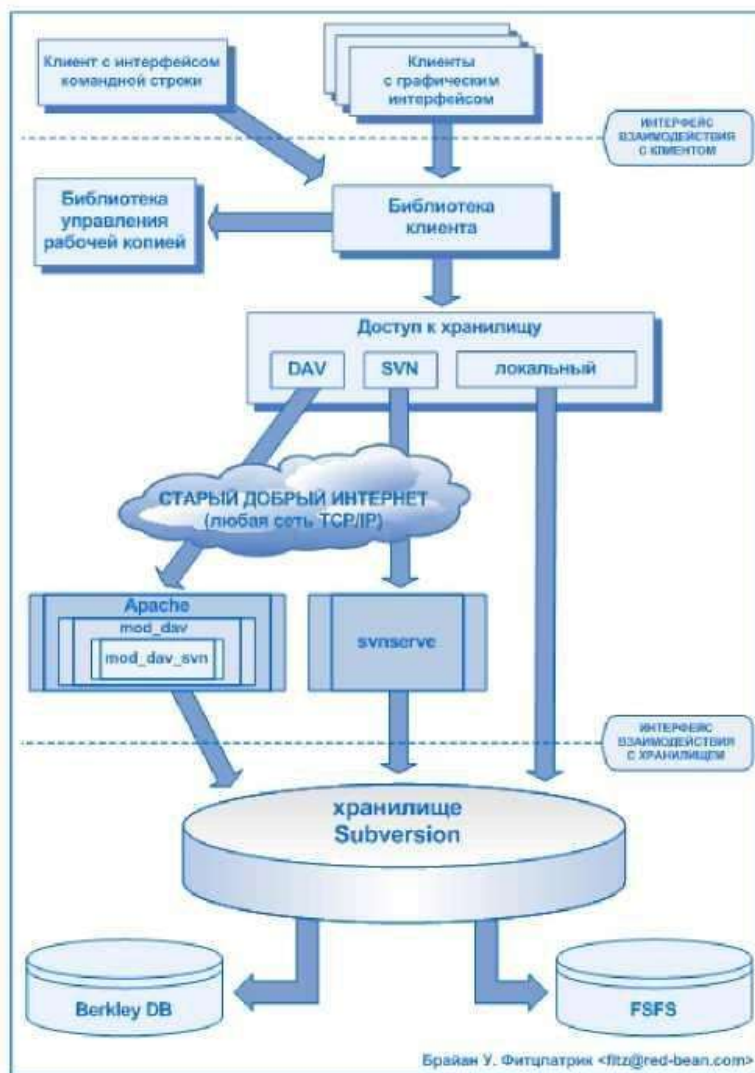


Рисунок 1 – Схема работы

Схема общей архитектуры Subversion. В нижней части схемы изображено хранилище Subversion, в котором хранится информация с версиями. В верхней части схемы показана программа-клиент Subversion, которая управляет локальными отражениями различных фрагментов этих данных (также называемыми «рабочими копиями»). Между этими сторонами проложены различные маршруты, проходящие через разные слои доступа к хранилищу. Некоторые из этих маршрутов используют компьютерные сети и сетевые сервера, чтобы достичь хранилища, в то время как другие маршруты в сети не нуждаются и ведут к хранилищу напрямую.

Subversion может работать через сеть, что позволяет использовать ее на разных компьютерах. В какой-то степени, возможность большого количества людей не зависимо от их местоположения совместно работать над единым комплектом данных поощряет сотрудничество. Когда нет того ответственного звена цепи, того контролирующего элемента, который утверждает все изменения, работа становится более эффективной. При этом не нужно опасаться, что отказ от контролирующего элемента повлияет на качество, ведь благодаря сохранению истории изменений, даже если при изменении данных будут допущены ошибки, всегда можно сделать откат изменений к прежнему состоянию.

Некоторые системы управления версиями выступают также в качестве систем управления

конфигурацией программного обеспечения. Такие системы специально созданы для управления деревьями исходного кода и имеют множество особенностей, непосредственно относящихся к разработке программ: они понимают языки программирования и предоставляют инструменты для сборки программ. Subversion не является такой системой, она представляет собой систему общего назначения, которую можно использовать для управления *любым* набором файлов. Для Вас это будут исходники Ваших программ, а для кого-то другого это будет список продуктов или сведённое цифровое видео.

TortoiseSVN

TortoiseSVN - это бесплатный Windows-клиент с открытыми исходным кодом для системы управления версиями *Apache™ Subversion®*. То есть TortoiseSVN управляет файлами и директориями во времени. Файлы хранятся в центральном *хранилище*. Хранилище больше похоже на обычный файловый сервер, кроме того он запоминает каждое изменение, когда-либо сделанное в ваших файлах и директориях. Это позволяет вам восстановить старые версии ваших файлов и проверить историю изменений — как, когда и кто изменял ваши данные. Вот почему многие думают о Subversion, и вообще о системах управления версиями, как своего рода «машине времени».

Некоторые системы контроля версий являются также и системами управления конфигурацией программ (software configuration management - SCM). Такие системы специально созданы для управления деревьями исходного кода, и имеют множество возможностей, специфичных для разработки программ, таких как непосредственное понимание языков программирования, или предоставление инструментов для сборки программ. Однако Subversion не является такой системой, она является системой общего назначения, которая может быть использована для управления *любым* набором файлов, включая и исходные коды программ.

Возможности TortoiseSVN

Что делает TortoiseSVN таким хорошим клиентом Subversion? Вот краткий список возможностей:

Интеграция с оболочкой

TortoiseSVN интегрируется непосредственно в оболочку Windows (т.е. в Проводник). Это значит, что вы можете работать с уже знакомыми инструментами, и вам не надо переключаться на другое приложение каждый раз, когда вам необходимы функции для управления версиями!

И вам даже не обязательно использовать именно Проводник. Контекстные меню TortoiseSVN работают во многих других файловых менеджерах, и в диалогах для открытия файлов, используемых в большинстве стандартных Windows-приложений. Однако вы должны учитывать, что TortoiseSVN изначально разработан как расширение для Проводника Windows, и, возможно, в других приложениях интеграция будет не полной, например, могут не отображаться пометки на значках.

Пометки на значках

Статус каждого версированного файла и папки отображается при помощи маленькой пометки поверх основного значка. Таким образом, вы сразу можете видеть состояние вашей рабочей копии.

Графический интерфейс пользователя

При просмотре списка изменений файла или папки вы можете кликнуть на ревизию, чтобы увидеть комментарии для этой фиксации. Также доступен список измененных файлов - всего лишь сделайте двойной клик на файле, чтобы увидеть, какие конкретно изменений были внесены.

Диалог фиксации - это список, в котором перечислены все файлы и папки, которые будут включены в фиксацию. У каждого элемента списка имеется флажок, чтобы вы могли выбрать именно то, что вы хотите включить в фиксацию. Неверсированные файлы также могут быть представлены в этом списке, чтобы вы не забыли добавить в фиксацию новый файл или папку.

Простой доступ к командам Subversion

Все команды Subversion доступны из контекстного меню Проводника. TortoiseSVN добавляет туда собственное подменю.

Поскольку TortoiseSVN является клиентом Subversion, мы хотели бы показать и некоторые из возможностей самой Subversion:

Версирование папок

CVS отслеживает только историю отдельных файлов, тогда как Subversion реализует «виртуальную» версионную файловую систему, которая отслеживает изменения в целых деревьях папок во времени. Файлы и папки являются версированными. В результате, есть команды **переместить** и **копировать**, реально выполняемые на стороне клиента и работающие непосредственно с файлами и папками.

Атомарные фиксации

Фиксация сохраняется в хранилище либо полностью, либо не сохраняется вообще. Это позволяет разработчикам фиксировать изменения, собранные в логически связанные части.

Версированные метаданные

Каждый файл и папка имеет прикрепленный невидимый набор «свойств». Вы можете создавать и сохранять произвольные пары ключ/значение для собственных нужд. Свойства тоже версируются во времени, как и содержимое файла.

Возможность выбора сетевого уровня

В Subversion есть абстрагируемое понятие доступа к хранилищу, которое упрощает реализацию новых сетевых механизмов. «Усовершенствованный» сетевой сервер Subversion является модулем для веб-сервера Apache, который использует для взаимодействия диалект HTTP под названием WebDAV/DeltaV. Это дает Subversion большие преимущества в стабильности и совместимости, и предоставляет различные ключевые возможности без дополнительных затрат: проверка личности (аутентификация), проверка прав доступа (авторизация), сжатие потока данных при передаче, просмотр хранилища. Также доступна меньшая, автономная версия сервера Subversion, взаимодействующая по собственному протоколу, который легко может быть туннелирован через ssh.

Единый способ обработки данных

Subversion получает различия между файлами при помощи бинарного разностного алгоритма, который работает одинаково как с текстовыми (читаемыми человеком), так и с бинарными (не читаемыми человеком) файлами. Оба типа файлов содержатся в хранилище в сжатом виде, а различия передаются по сети в обоих направлениях.

Эффективные ветки и метки

Стоимость создания веток и меток не обязательно должна быть пропорциональна размеру проекта. Subversion создаёт ветки и метки, просто копируя проект с использованием механизма, похожего на жёсткие ссылки в файловых системах. Благодаря этому, операции по созданию веток и меток происходят за одинаковое, очень малое время и занимают очень мало места в хранилище.

Ход работы:

Установка

TortoiseSVN поставляется в виде простого в использовании установочного файла (на странице загрузки <http://tortoisesvn.net/downloads.html> необходимо выбрать дистрибутив, соответствующий разрядности системы). Сделайте на нем двойной клик и следуйте инструкциям - остальное он сделает за вас. Также на странице загрузки необходимо скачать языковой пакет и установить после установки основной программы. Не забудьте перезагрузить компьютер после установки.

Основная концепция

Перед тем, как мы погрузимся в работу с настоящими файлами, важно получить представление о том, как работает Subversion и какие термины используются.

Хранилище

Subversion использует центральную базу данных, которая содержит все ваши версированные файлы с их полной историей. Эта база данных называется *хранилищем*. Хранилище обычно находится на файловом сервере, на котором установлен Subversion, по запросу поставляющий данные клиентам Subversion (например, TortoiseSVN). Если вы делаете резервное копирование, то копируйте ваше хранилище, так как это оригинал всех ваших данных.

Рабочая копия

Это именно то место, где вы работаете. Каждый разработчик имеет собственную рабочую копию, иногда называемую песочницей, на своем локальном компьютере. Вы можете получить

из хранилища последнюю версию файлов, поработать над ней локально, никак не взаимодействуя с кем-либо еще, а когда вы будете уверены в изменениях вы можете зафиксировать эти файлы обратно в хранилище.

Рабочая копия не содержит историю проекта, но содержит копию всех файлов, которые были в хранилище до того, как вы начали делать изменения. Это обозначает, что можно легко узнать, какие конкретно изменения вы сделали.

Вам также нужно знать, где найти TortoiseSVN, потому что в меню "Пуск" его нет. TortoiseSVN - расширение проводника Windows, поэтому для начала нужно запустить проводник.

Сделайте правый клик на папке в проводнике, и вы увидите новые пункты в контекстном меню, такие как эти:

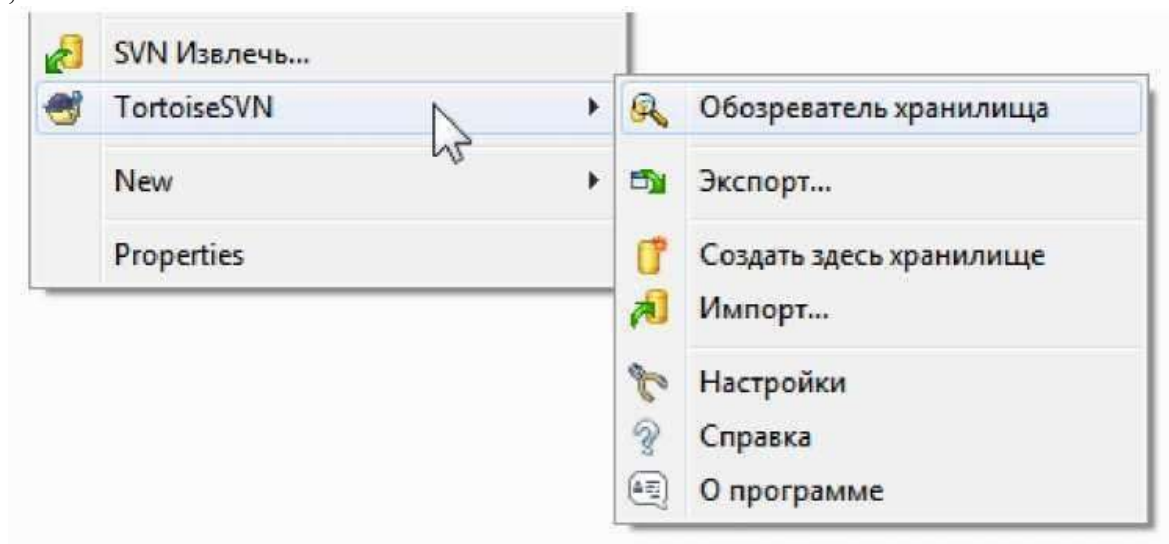


Рис.1. Меню TortoiseSVN для неверсированных папок

Создание хранилища

Для настоящего проекта вам понадобится хранилище, созданное в безопасном месте, и сервер Subversion, чтобы управлять им. Для обучения мы будем использовать функцию локального хранилища Subversion, которая разрешает прямой доступ к хранилищу, созданного на вашем жестком диске, и не требует наличия сервера.

Сначала создайте новую пустую директорию на вашем ПК, ОнУкТгУруейтбыбГоТде угодно, но в этом руководстве мы собираемся назвать ее C:\svn repos. Теперь сделайте правый клик на новой папке и в контекстном меню выберите **TortoiseSVN ^ Создать здесь хранилище....** Хранилище, созданное внутри папки, готово к использованию. Также мы создадим внутреннюю структуру папок нажав кнопку.

Импорт проекта

Сейчас у нас есть хранилище, но оно совершенно пустое в данный момент. Давайте предположим, что у меня есть набор файлов в C:\Projects\Widget1, который я хотел бы добавить. Перейдите к папке Widget1 в Проводнике и сделайте правый клик на ней. Теперь выберите пункт **TortoiseSVN Импорт....**, который вызовет диалог:

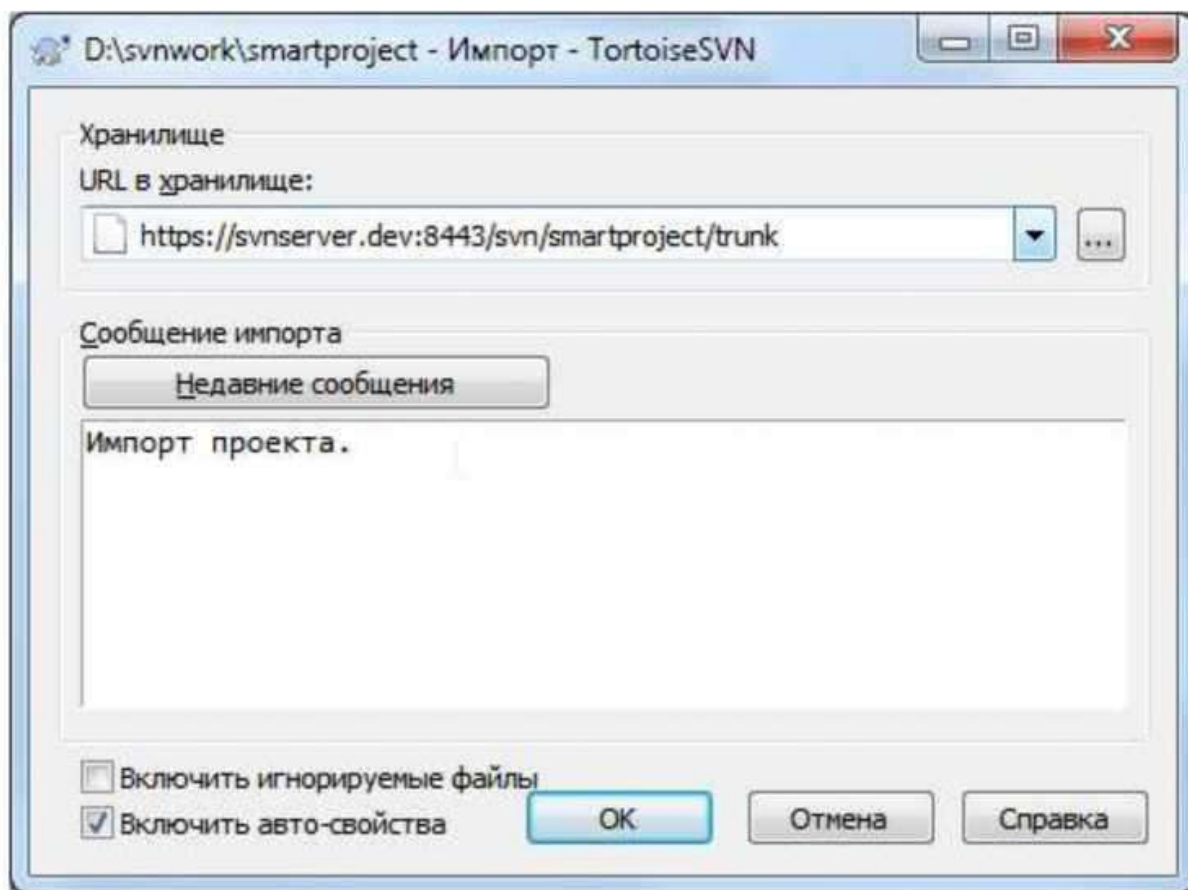


Рис. 2. Диалог импорта

К хранилищу Subversion обращаются по URL-адресу, который позволяет нам указать хранилище где угодно в Интернете. В данном случае нам нужно указать на наше локальное хранилище, которое имеет URL-адрес file:///c:/svn_repos/trunk, и к которому мы добавляем имя нашего проекта Widget1. Обратите внимание, что после file: есть 3 слэша и везде используются прямые слэши.

Другая важная функция данного диалога - это окно Сообщение импорта, в которое вы можете добавить сообщение о том, что вы делаете. Когда вам понадобится просмотреть историю проекта, эти сообщения будут ценным подспорьем для просмотра какие изменения и когда были сделаны. В нашем случае мы напишем что-нибудь простое как «Импорт проекта Виджет1». Нажмите, чтобы добавить папку в ваше хранилище.

Извлечение рабочей копии

Сейчас у нас есть проект в нашем хранилище, и нам надо создать рабочую копию для повседневной работы. Заметьте, что импортирование папки не превращает автоматически эту папку в рабочую копию. Для создания свежей рабочей копии в Subversion используется термин Извлечь. Мы собираемся извлечь папку Widget1 из нашего хранилища в папку для разработки называемую C:\Projects\Widget1-Dev. Создайте эту папку, затем сделайте правый клик на ней и выберите пункт **TortoiseSVN Извлечь...**. Введите URL-адрес для извлечения, в данном случае file:///c:/svn_repos/trunk/Widget1, и кликните на . Наша папка для разработки заполнится файлами из хранилища.

Вы заметите что внешний вид этой папки отличается от обычной папки. У каждого файла появился зелёный флажок в левом углу. Это значки статуса TortoiseSVN, которые присутствуют только в рабочей копии. Зеленый статус означает, что файл не отличается от версии файла, находящегося в хранилище.

Внесение изменений

Можно приступить к работе. В папке Виджет1 -Дев мы начинаем изменять файлы - предположим, мы вносим изменения в файлы Виджет! и ПрочтиМеня/txt. Обратите внимание, что значки на этих файлах теперь стали красными и показывают, что изменения были сделаны

локально.

Но какие были изменения? Нажмите правой кнопкой на одном из изменённых файлов и выберите команду **TortoiseSVN Различия**. Запустится инструмент TortoiseSVN для сравнения файлов и покажет какие точно строки в файлах были изменены.

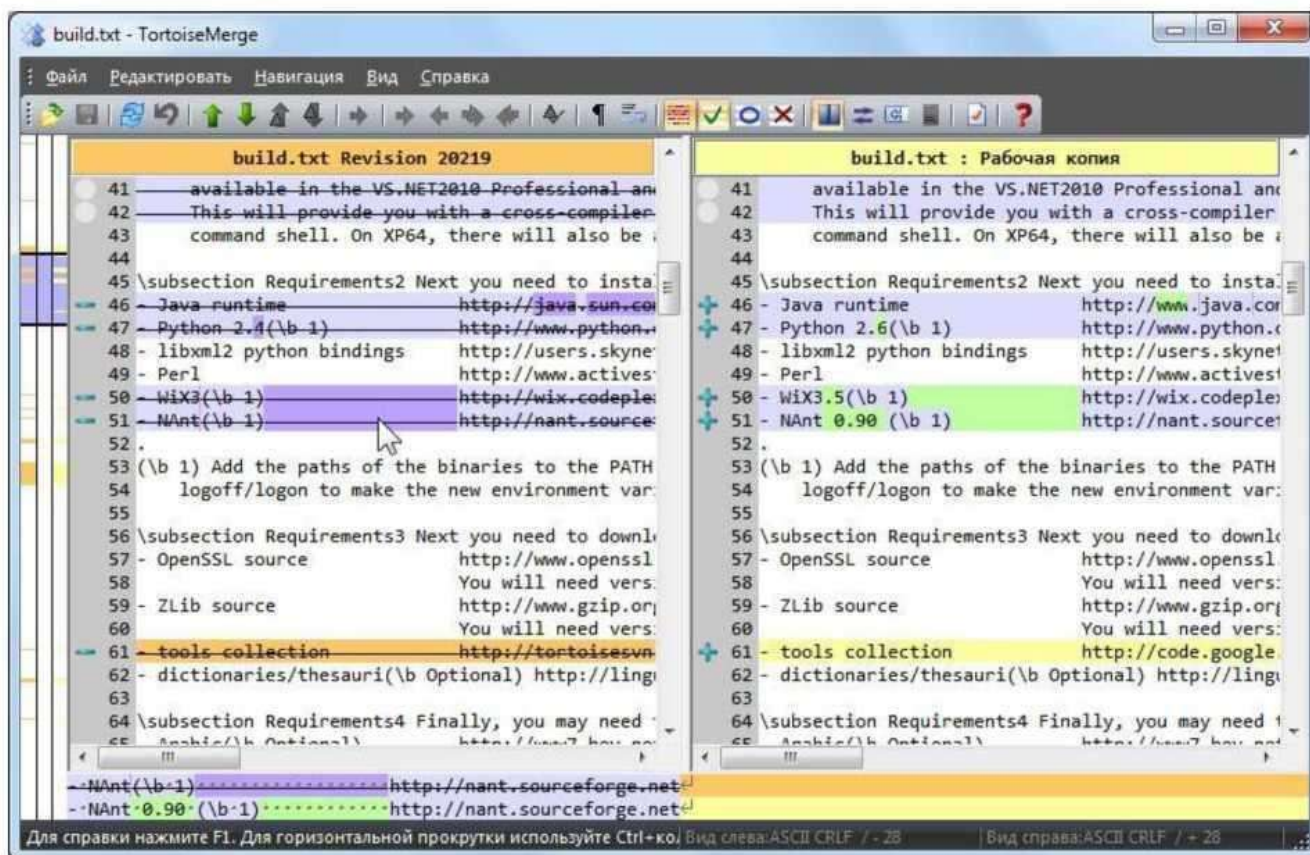


Рис. 3. Просмотрщик изменений в файлах

Ок, настраивают изменения, поэтому давайте обновим хранилище. Это действие называется Фиксировать изменения. Нажмите правой кнопкой на папке Виджет1-Дев и выберите команду **TortoiseSVN Фиксировать**. Появится диалог фиксации со списком изменённых файлов и напротив каждого будет галочка. Вы можете выбрать лишь несколько файлов из списка для фиксации, но в нашем случае мы будем фиксировать изменения в обоих файлах. Введите сообщение с описанием сделанных изменений и нажмите ОК. Появится диалог с прогрессом процесса фиксации файлов в хранилище и мы закончили фиксацию.

Добавление новых файлов

Во время работы над проектом, вам понадобится добавлять новые файлы - предположим вы добавили новые функции в файле Экстра.с и добавили справку в существующем файле Создать файл. Нажмите правой кнопкой на папке и выберите команду **TortoiseSVN Добавить**. Диалог добавления показывает все неверсированные файлы, и вы можете выбрать те файлы, которые вы хотите добавить. Другой способ добавления файлов - это нажать правой кнопкой на самом файле и выбрать команду **TortoiseSVN Добавить**.

Теперь, если вы откроете папку для фиксации, новый файл будет отображаться как *Добавлен* и существующий файл как *Изменён*. Обратите внимание, что вы можете дважды нажать на изменённый файл, чтобы просмотреть какие именно изменения были сделаны.

Просмотр истории проекта

Одной из самых полезных функций TortoiseSVN является диалоговое окно журнала. Оно показывает список всех фиксаций изменений в файле или папке, а также все те детальные сообщения, которые вы вводили при фиксации изменений ;-)

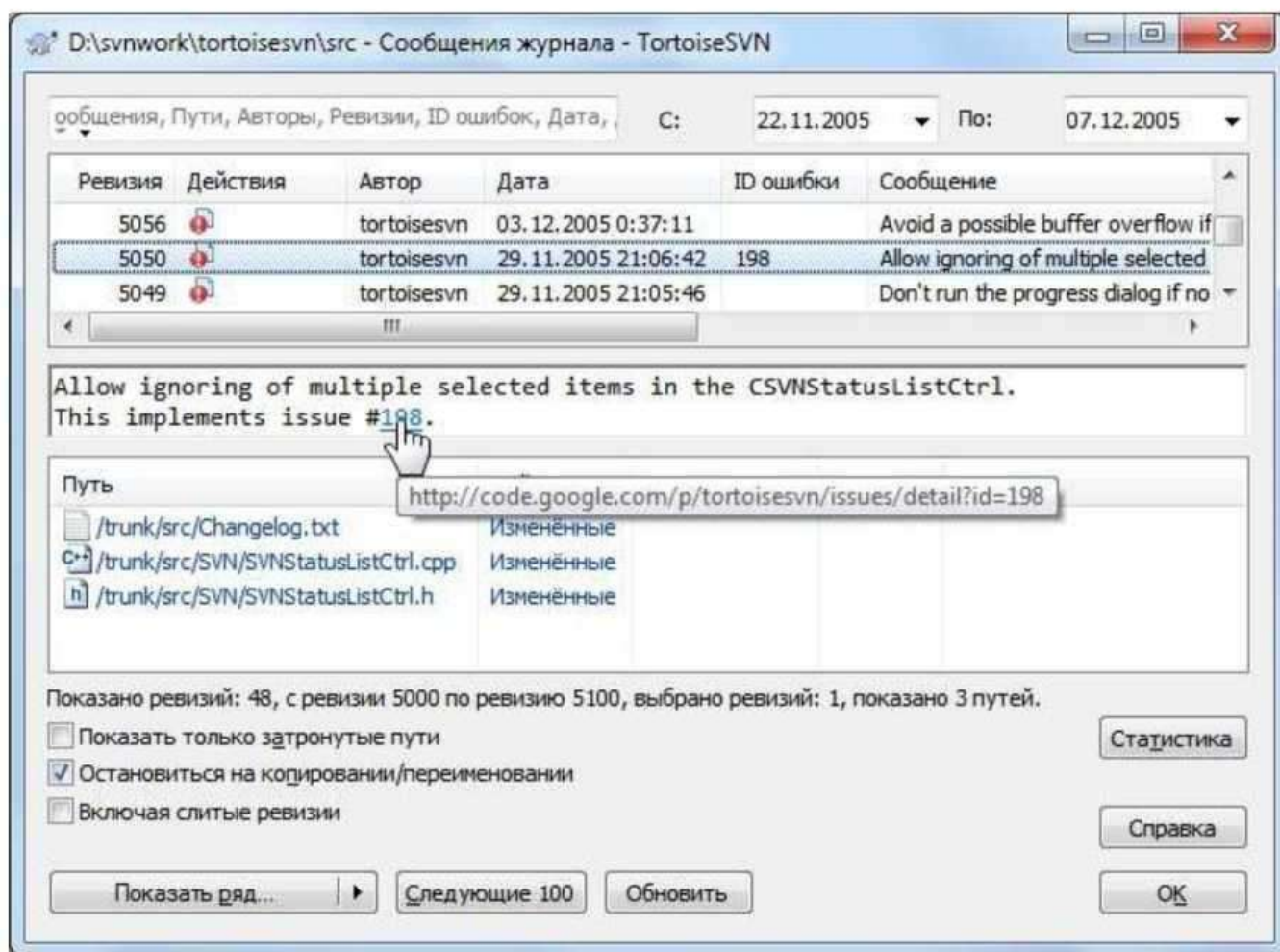


Рис. 4. Диалоговое окно журнала

Верхняя панель показывает список всех фиксированных ревизий вместе с началом сообщения фиксации. Если вы выберете одну из этих ревизий, то средняя панель отобразит полное сообщение журнала для той ревизии и нижняя панель покажет список измененных файлов и папок.

У каждой из этих панелей есть контекстное меню, которое предоставляет много других способов использования информации. В нижней панели вы можете **дважды нажать** на файл, чтобы просмотреть какие именно изменения были внесены в той ревизии. Прочтите [«Диалоговое окно журнала ревизий»](#), чтобы узнать больше.

Отмена изменений

Одной общей функцией всех систем управления ревизиями является функция, которая позволяет вам отменить изменения, которые вы внесли ранее. Как вы и догадались, в TortoiseSVN это легко сделать.

Если вы хотите избавиться от изменений, которые вы еще не успели фиксировать и восстановить нужный файл в том виде, в котором он был перед началом изменений, то выберите команду **TortoiseSVN ^ Убрать изменения**. Это действие отменит ваши изменения (в Корзину) и вернет фиксированную версию файла, с которой вы начинали. Если же вы хотите убрать лишь некоторых изменения, то вы можете использовать инструмент TortoiseMerge для просмотра изменений и выборочного удаления измененных строк.

Если вы хотите отменить действия определенной ревизии, то начните с диалогового окна журнала и найдите проблемную ревизию. Выберите команду **Контекстное меню Отменить изменения из этой ревизии** и те изменения будут отменены.

Работа с сетью.

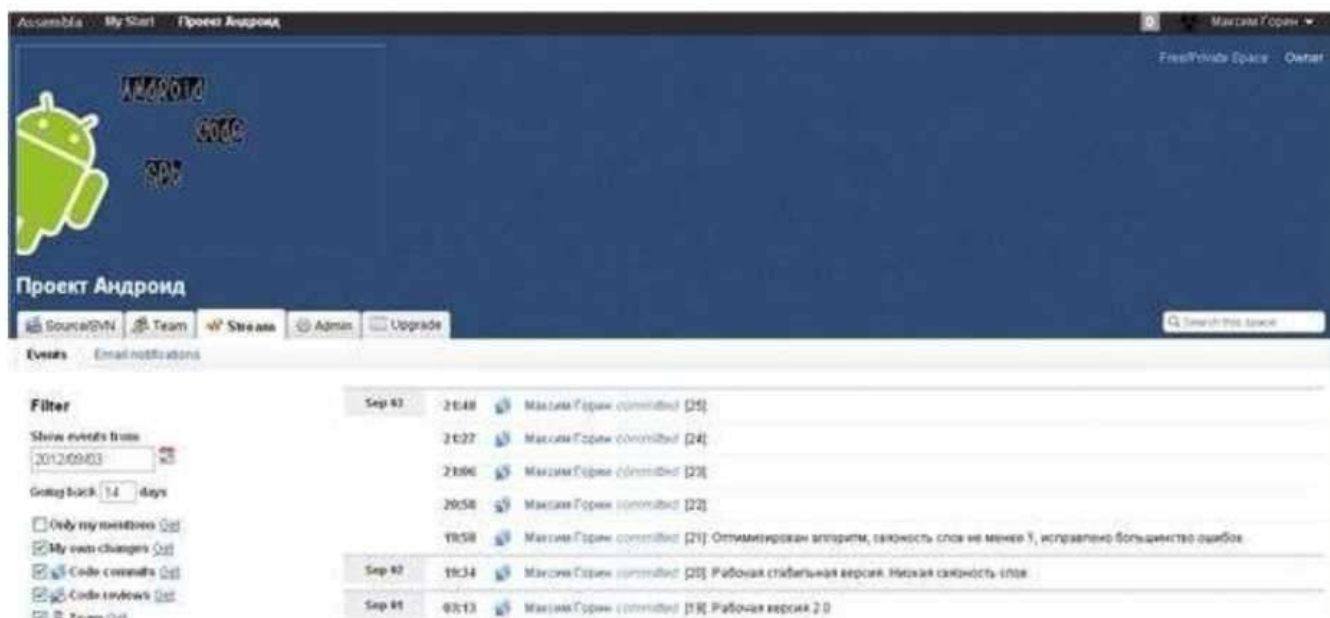
С Subversion можно работать как посредством сети интернет, так и локально. Воспользуемся сервисом [Assembla \(https://www.assembla.com/\)](https://www.assembla.com/). Зарегистрировавшись там, вы получите 1 Gb места под репозиторий. Создав его и настроив, вы получите ссылку вида

https://subversion.assembla.com/svn/название_репозитория, которую можно использовать в любом SVN клиенте. К примеру, чтобы в Visual SVN добавить свой проект в репозиторий, вам нужно нажать Add Solution to Subversion, после чего указать локальное хранилище вашего проекта, нажать Далее и ввести вашу ссылку. Все, теперь сверху появится панель с основными SVN-функциями (Show Log, Update, Commit, Switch Branch, Branch и Merge) и можно приступать к полноценной работе.



В общем и целом, сайт позволяет так же настроить репозиторий и получить на неделю или две пробный премиум (платные доп. функции, источник жизни сайта). Основные функции же полностью бесплатны. Чтобы товарищи по команде могли работать с общим для команды репозиторием, на assembla.com, необходима их регистрация на сайте. После регистрации, пользователи могут быть добавлены владельце репозитория в список команды. На самом сайте можно посмотреть всю информацию о проекте и изменениях, и даже поставить свой баннер с ссылкой.

Так, например, выглядит страница Stream, где отображаются последние изменения.



Форма представления результата:

1. Текст должен быть написан шрифтом Times New Roman, 12. Интервал между строками и абзацами - 1,5. Отступ слева 1,5. Ориентация текста - по ширине страницы. Скриншоты необходимо подписать. Название практической работы, цель работы, ход работы, вывод, ответы на контрольные вопросы должны быть выделены жирным шрифтом.
2. Заключение (выводы).
3. Список используемой литературы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое системы контроля версий (СКВ) и для решения каких задач они предназначены?
2. Объясните следующие понятия СКВ и их отношения: хранилище, commit, история, рабочая копия.
3. Что представляют собой и чем отличаются централизованные и децентрализованные СКВ? Приведите примеры СКВ каждого вида.
4. Опишите действия с СКВ при единоличной работе с хранилищем.
5. Опишите порядок работы с общим хранилищем в централизованной СКВ.
6. Что такое и зачем может быть нужна разность (diff)?

7. Что такое и зачем может быть нужно слияние (merge)?
8. Что такое конфликты (conflict) и каков процесс их разрешения (resolve)?
9. Поясните процесс синхронизации с общим хранилищем («обновления») в децентрализованной СКВ.
10. Что такое и зачем могут быть нужны ветви (branches)?
11. Объясните смысл действия rebase в СКВ Git.
12. Как и зачем можно игнорировать некоторые файлы при commit?

Критерии оценки:

Работа выполнена полностью и не содержит ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «отлично».

Работа выполнена полностью, но содержит не более двух ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «хорошо».

Работа выполнена с ошибками, студент не полностью учел и рассмотрел особенности предметной области и представил краткий отчет - оценка «удовлетворительно».

Работа выполнена с грубыми ошибками, студент не учел особенности предметной области, отчет составлен неграмотно - оценка «неудовлетворительно».

Лабораторное занятие № 18

Разработка и интеграция модулей проекта (командная работа)

Цель: закрепление практических навыки работы с системой Visual Studio 2019, MS SQL Server, проведение интеграции программных модулей.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- выполнять процедуры сборки программных модулей и компонент в программный продукт;
- производить настройки параметров программного продукта и осуществлять запуск процедур сборки;
- соблюдать процедуру установки прикладного программного обеспечения в соответствии с требованиями организации-производителя;
- документировать произведенные действия, выявленные проблемы и способы их устранения;
- создавать резервные копии программ и данных, выполнять восстановление, обеспечивать целостность программного продукта и данных;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- организовывать работу коллектива и команды;
- эффективно работать в команде;
- взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- соблюдать нормы экологической безопасности;
- пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: персональный компьютер, среда программирования Visual Studio 2019, MS SQL Server.

Задание:

1. Разработать базу данных, включающую в себя таблицу Пользователи, используя среду MS SQL Server.
2. Создать приложение.
3. Создать модель данных на основе разработанной ранее базы данных.
4. Сохранить данные пользователя в созданной базе данных.
5. Создать отчет о проделанной работе.

Ход работы:

Для создания базы данных в СУБД, запустите MS SQL Server Management Studio. Установите соединение с сервером.

Для реализации базы данных, хранящей сведения о пользователях необходимо создать две сущности (таблицы): Пользователь (хранит основные сведения, характеризующие пользователя) и

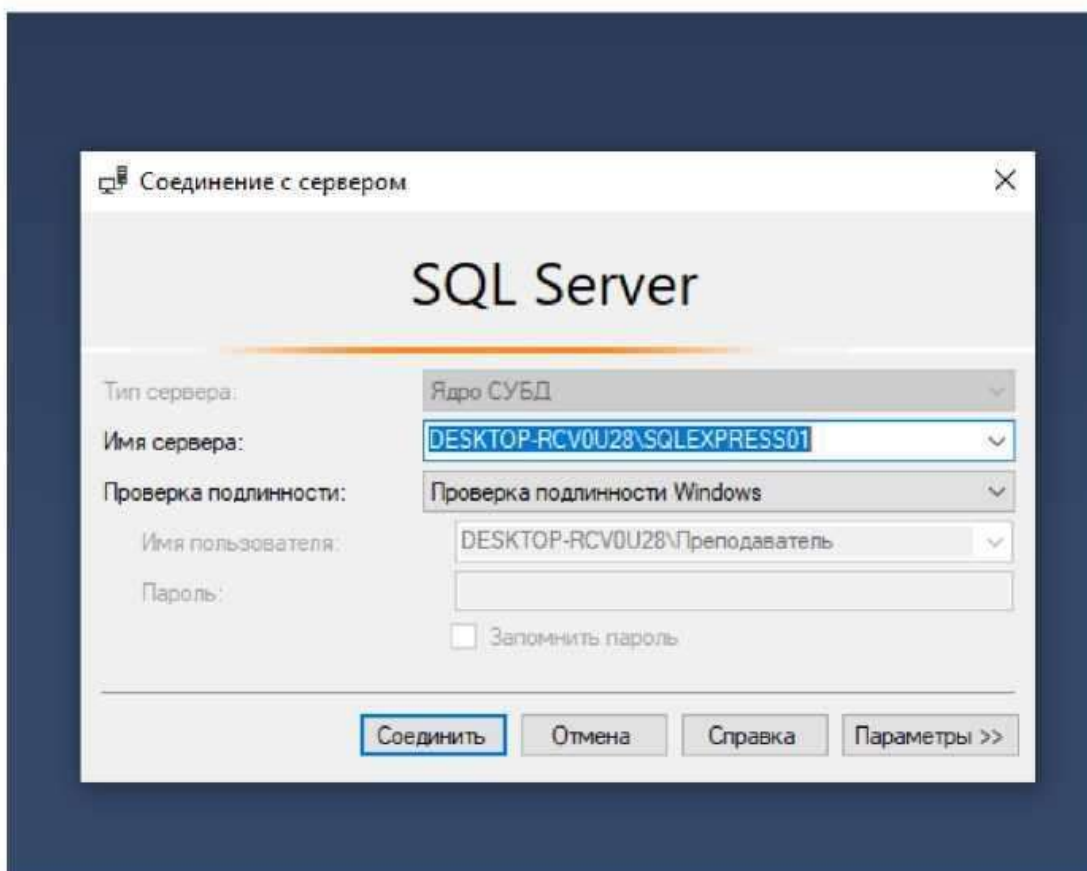


Рис. 1. Соединение с сервером

Секретный вопрос (хранит список секретных вопросов, необходимых для авторизации) с указанными атрибутами.

На ключевых полях КодПользователя и КодСекретногоВопроса настройте спецификацию идентификатора с начальным значением - 1 и шагом приращения - 1 для автоматического заполнения указанных полей.

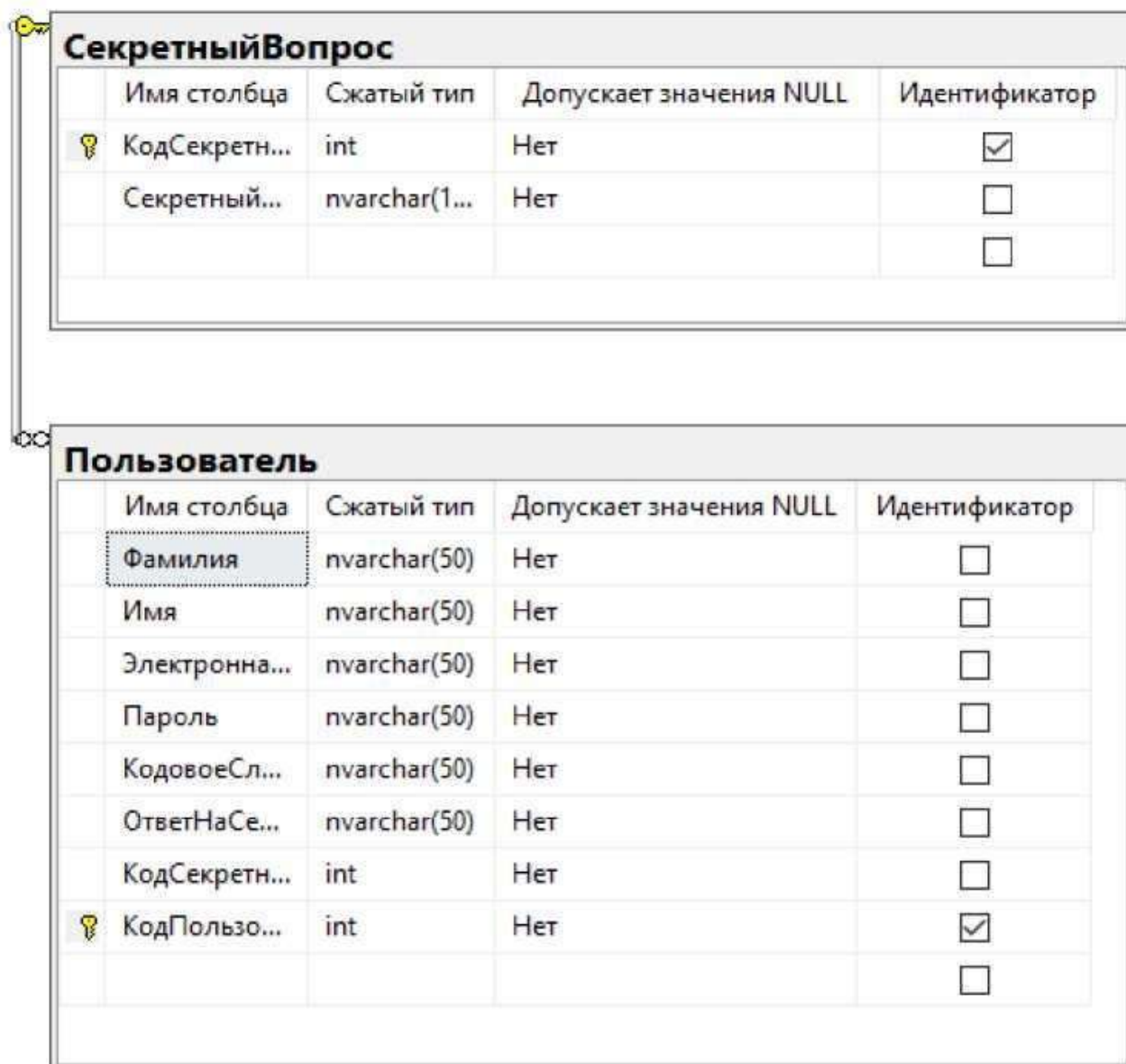
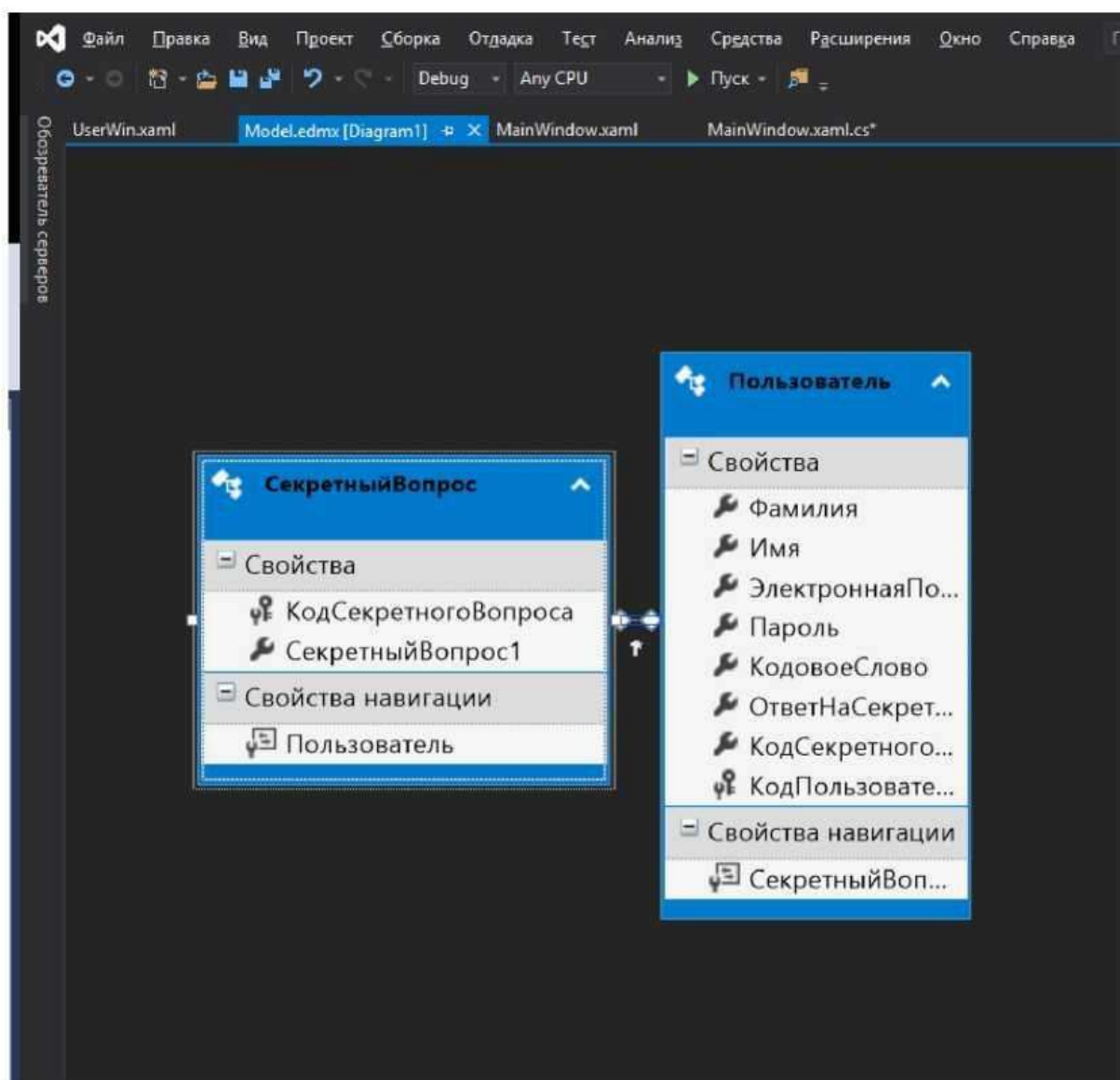


Рис. 2. Диаграмма базы данных

Для передачи данных необходимо создать модель данных



Форма представления результата:

1. Текст должен быть написан шрифтом Times New Roman, 12. Интервал между строками и абзацами - 1,5. Отступ слева 1,5. Ориентация текста - по ширине страницы. Скриншоты необходимо подписать. Название практической работы, цель работы, ход работы, вывод, ответы на контрольные вопросы должны быть выделены жирным шрифтом.
2. Заключение (выводы).
3. Список используемой литературы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое интеграция?
2. Как реализовывается создание базы данных?
3. Что такое модель данных?
4. Как передаются данные в MSSQL Server

Критерии оценки:

Работа выполнена полностью и не содержит ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «отлично».

Работа выполнена полностью, но содержит не более двух ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «хорошо».

Работа выполнена с ошибками, студент не полностью учел и рассмотрел особенности предметной области и представил краткий отчет - оценка «удовлетворительно».

Работа выполнена с грубыми ошибками, студент не учел особенности предметной области,

отчет составлен неграмотно - оценка «неудовлетворительно».

Лабораторное занятие № 19

Интеграция модулей проекта (командная работа)

Цель: закрепление практических навыков работы с системой Visual Studio 2019, MS SQL Server, проведение интеграции программных модулей.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- выполнять процедуры сборки программных модулей и компонент в программный продукт;
- производить настройки параметров программного продукта и осуществлять запуск процедур сборки;
- соблюдать процедуру установки прикладного программного обеспечения в соответствии с требованиями организации-производителя;
- документировать произведенные действия, выявленные проблемы и способы их устранения;
- создавать резервные копии программ и данных, выполнять восстановление, обеспечивать целостность программного продукта и данных;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- организовывать работу коллектива и команды;
- эффективно работать в команде;
- взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- соблюдать нормы экологической безопасности;
- пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение: персональный компьютер, среда программирования Visual Studio 2019, MS SQL Server.

Задание:

В проекте, разработанном на лабораторном занятии № 3, создать окно авторизации пользователя.

Код страницы авторизации показан в приложении 1. Ход работы:

Окно авторизации настройте следующим образом (Рис. 2).

Рис 3. Окно авторизации

После создания модели создаем новый экземпляр класса модели данных и используя технологию Entity Framework передаем данные в базу.

```

ОСЫЛКИ: 1
private void Window_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    quest.ItemsSource = context.СекретныйВопрос.Select(i => i.СекретныйВопрос1).ToList();
}

ОСЫЛКИ: 1
private void SignIn_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    context.Пользователь.Add(new Пользователь
    {
        Фамилия = fName.Text,
        Имя = name.Text,
        ЭлектроннаяПочта = eMail.Text,
        Пароль = passw.Password,
        КодовоеСлово = word.Text,
        ОтветНаСекретныйВопрос = otvet.Text,
        КодСекретногоВопроса = context.СекретныйВопрос.Where(i => i.СекретныйВопрос1 == quest.Text).S
    });
    context.SaveChanges();
    MessageBox.Show($"Пользователь {fName.Text} добавлен");
}

```

Форма представления результата:

Текст должен быть написан шрифтом Times New Roman, 12. Интервал между строками и абзацами - 1,5. Отступ слева 1,5. Ориентация текста - по ширине страницы. Скриншоты необходимо подписать. Название практической работы, цель работы, ход работы, вывод, ответы

на контрольные вопросы должны быть выделены жирным шрифтом.

Критерии оценки:

Работа выполнена полностью и не содержит ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «отлично».

Работа выполнена полностью, но содержит не более двух ошибок, студент учел и рассмотрел особенности предметной области и грамотно представил отчет - оценка «хорошо».

Работа выполнена с ошибками, студент не полностью учел и рассмотрел особенности предметной области и представил краткий отчет - оценка «удовлетворительно».

Работа выполнена с грубыми ошибками, студент не учел особенности предметной области, отчет составлен неграмотно - оценка «неудовлетворительно».

Лабораторное занятие № 20

Работа в среде программирования и отладки Keil-C

Цель работы: изучить интегрированную среду программирования Keil-C.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;

- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы.

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением.
2. Мультимедиа проектор.
3. Лабораторные стенды «LESO1»

Задание: Изучить следующие вопросы:

1. Построение файловой системы персонального компьютера.
2. Изучить правила пользования текстовым редактором.
3. Создание и сохранение текстовых файлов.
4. Изучить порядок создания программного проекта в интегрированной среде программирования Keil-C.
5. Изучить настройку свойств программного проекта в интегрированной среде программирования Keil-C.
6. Изучить использование окна управления программным проектом в интегрированной среде программирования Keil-C.
7. Изучить методы трансляции отдельных файлов в интегрированной среде программирования Keil-C.
8. Изучить методы трансляции программного проекта в интегрированной среде программирования Keil-C.
9. Изучить работу отладчика программ в интегрированной среде программирования Keil-C.

Краткие теоретические сведения:

1 Написание программы

В настоящее время программа пишется на одном из языков программирования в виде текстового файла. Это означает, что для написания программы можно воспользоваться любым текстовым редактором. Для того чтобы программа-транслятор могла преобразовать исходный

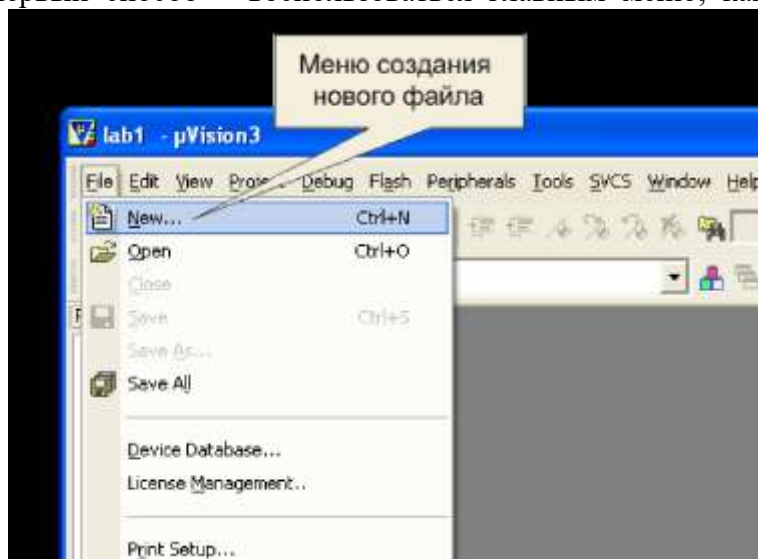
текст программы в машинные коды микропроцессора, этот текст программы должен быть записан с использованием символов ASCII или ANSI таблиц. К сожалению, некоторые текстовые редакторы для увеличения возможностей редактирования используют для записи текстов формат rtf, или свои собственные форматы (например, редактор WORD). Такие текстовые файлы не понимаются программами-трансляторами и, следовательно, не могут быть использованы для записи исходного текста программы.

2 Использование интегрированной среды программирования

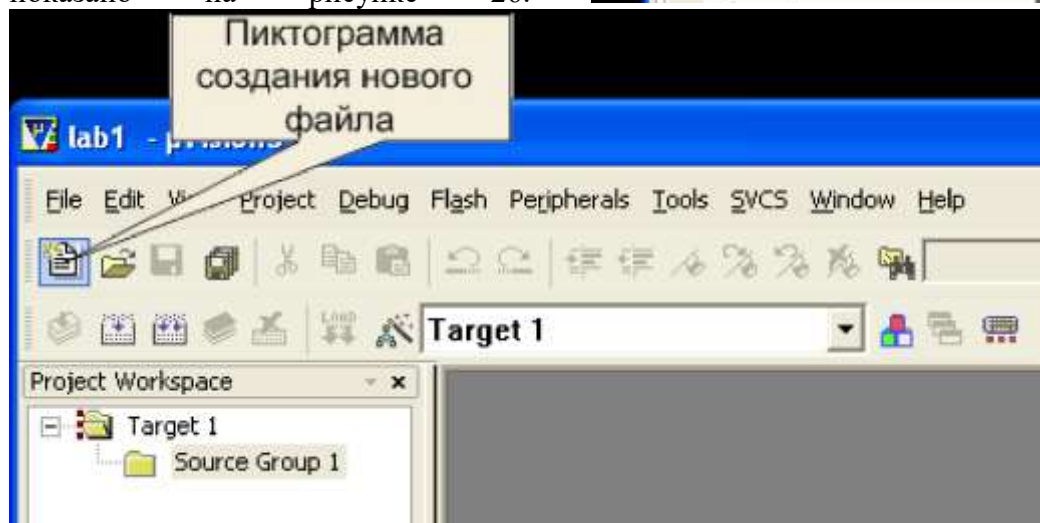
Для облегчения процесса разработки программы часто используются интегрированные среды программирования. В состав интегрированной среды программирования включается определенный набор программных средств: редактор исходного текста, трансляторы с выбранного языка программирования, редакторы связей, загрузчики и так далее. Редактор текстов обычно является первой программой, которую приходится использовать в процессе разработки программ: благодаря нему пользователь получает возможность набирать исходные тексты программ, написанных на ассемблере или на каком-нибудь языке высокого уровня и сохранять их на жёстком диске.

3 Работа с текстовым редактором интегрированной среды программирования Keil-C

Работа с текстовыми файлами начинается с создания нового файла. Создать текстовый файл можно несколькими способами. Первый способ – воспользоваться главным меню, как



показано на рисунке 26.



Второй способ – использовать быстрые клавиши Ctrl+N. И третий способ – это нажать на пиктограмму создания нового файла, как показано на рисунке 27. После выполнения этих действий открывается окно текстового редактора, в котором можно вводить исходный текст программы.

Внешний вид программы с открытым окном текстового редактора показан на рисунке 28.

Ввод программы производится с клавиатуры. Стирание одиночных ошибочно введенных символов возможно при помощи кнопок —Delete и —Backspace

После создания окна нового файла можно вводить исходный текст программы, используя клавиатуру. Набрав исходный текст программы в окне текстового редактора, файл необходимо сохранить на диске компьютера. Для этого можно воспользоваться меню файл, как это показано на рисунке 28:

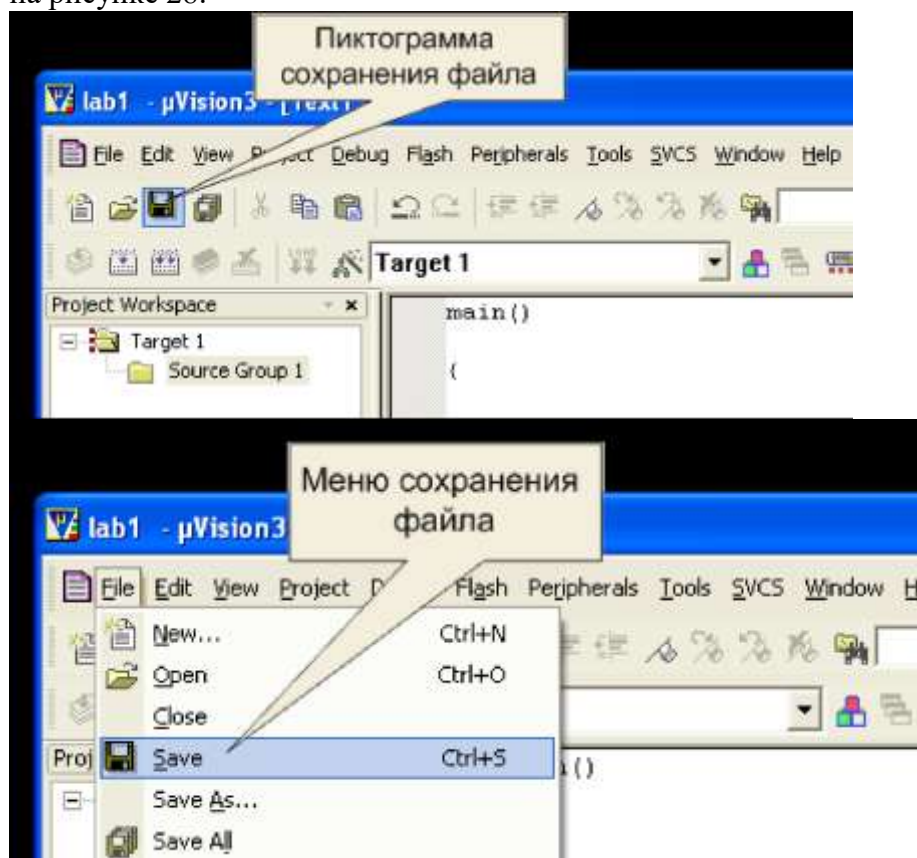
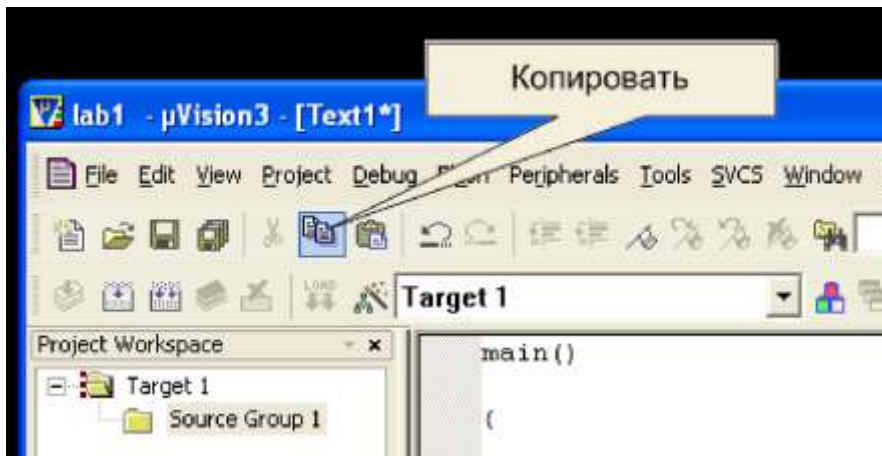


Рисунок 29 – Сохранение файла при помощи пиктограммы

Второй способ – использовать быстрые клавиши Ctrl+S. И третий способ – это нажать на пиктограмму сохранения файла, как показано на рисунке 29. При написании программ часто требуется копировать участки программ из одного файла в другой. Для этого в текстовом редакторе открываются оба файла. Затем необходимый участок текста выделяется при помощи мыши или клавиатуры. Для выделения строк нажимается левая кнопка мыши в начале выделяемого фрагмента и, не отпуская её, курсор мыши перемещается в конец этого фрагмента. Для выделения столбцов производятся те же действия, но, кроме того, нажимается кнопка —Alt на клавиатуре.

После выделения необходимого фрагмента текста, этот фрагмент копируется в буфер обмена. Скопировать можно, щёлкнув мышью по пиктограмме копирования, как это показано на рисунке 30, кроме того удобно копировать в буфер обмена комбинацией клавиш —Ctrl+C.



Теперь можно переключиться в окно редактирования файла, куда нужно поместить скопированный текстовый фрагмент при помощи главного меню, как это показано на рисунке 31, и вставить этот фрагмент перед текстовым курсором, вставку также можно осуществить нажатием —Ctrl+V. Вставка фрагмента из буфера обмена может быть произведена либо из меню —Edit, либо при помощи пиктограммы —Paste как это показано на рисунке 32. Фрагмент исходного текста будет вставлен в то место набираемого текста, где в настоящее время

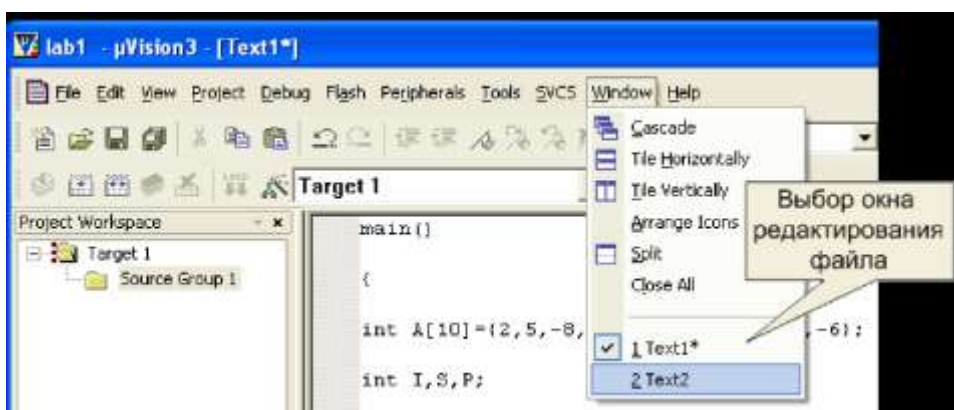
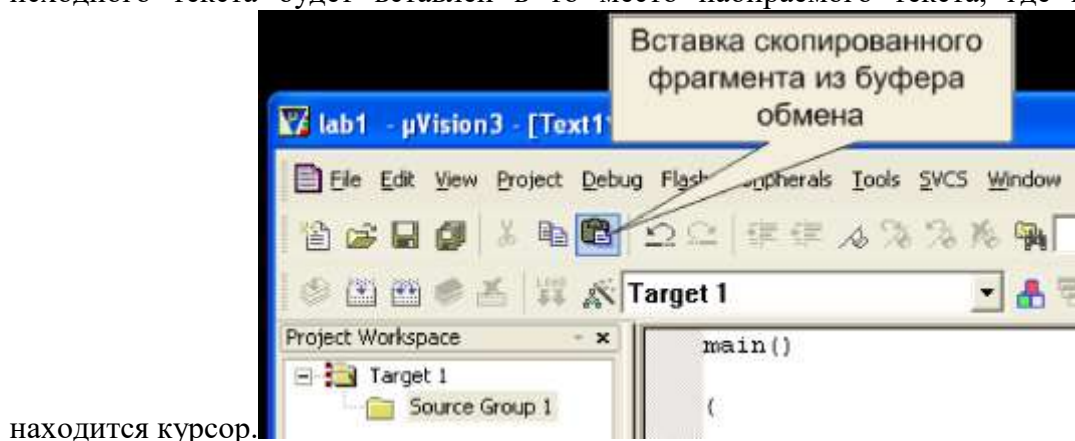


Рисунок 32 – Вставка скопированного фрагмента из буфера обмена

Напомним, что копирование участка исходного текста программы эквивалентно набору этого текста программы с клавиатуры и поэтому файл, в который производилось копирование текста, необходимо сохранить на диске любым из методов, описанных ранее.

4 Создание программных проектов

4.1 Разработка программных средств

На первом шаге разработки программных средств формулируются технические требования к системе, и составляется блок-схема процесса решения нужных задач, которая обеспечит реализацию заданных требований. Блок-схема должна быть надлежащим образом структурирована, чтобы гарантировалась высокая эффективность логики программ.

Для того чтобы было легко ориентироваться в файлах на компьютере, каждую задачу помещают в отдельную директорию (папку). Написание программы тоже следует начинать в отдельной папке, тем более что как будет показано далее, даже простейшая программа состоит из нескольких файлов.

В большинстве случаев программа состоит из нескольких программных модулей. Использование в составе одной программы нескольких программных модулей позволяет увеличить скорость трансляции программ, поручать написание программных модулей различным программистам, увеличивать понятность программ.

Принцип разбиения единой программы на программные модули заключается в том, что для реализации работы с отдельными узлами аппаратуры пишутся отдельные подпрограммы, которые относительно слабо связаны с остальными частями программы. Эти подпрограммы можно выделить в отдельную программу, которую можно хранить в отдельном файле, и транслировать отдельно от остальной программы. Часто одни и те же модули могут входить в состав нескольких программ, выполняющих различные задачи, но использующие при этом одни и те же устройства.

В качестве примера можно назвать работу с клавиатурой, индикацию различных видов информации, работу с последовательными портами, с АЦП, с ЦАП. Каждое из этих устройств может обслуживаться отдельными программными модулями. Этот список можно продолжать и далее, но для составления представления о программных модулях этого достаточно.

Программные проекты можно создавать, и поддерживать вручную, но в последнее время обычно используются различные системы поддержки разработок. Это создаёт ряд дополнительных преимуществ.

Часто программа пишется, и отлаживается на одной аппаратуре (например, на оценочных платах, предлагаемых фирмами изготовителями микросхем), а используется на другой. При этом программа при отладке незначительно отличается от программы, которая будет использоваться в реальной аппаратуре. Для этого в составе программного проекта создаются назначения проекта. В качестве примера назначений программного проекта можно назвать отладку и реализацию, а также версии программы.

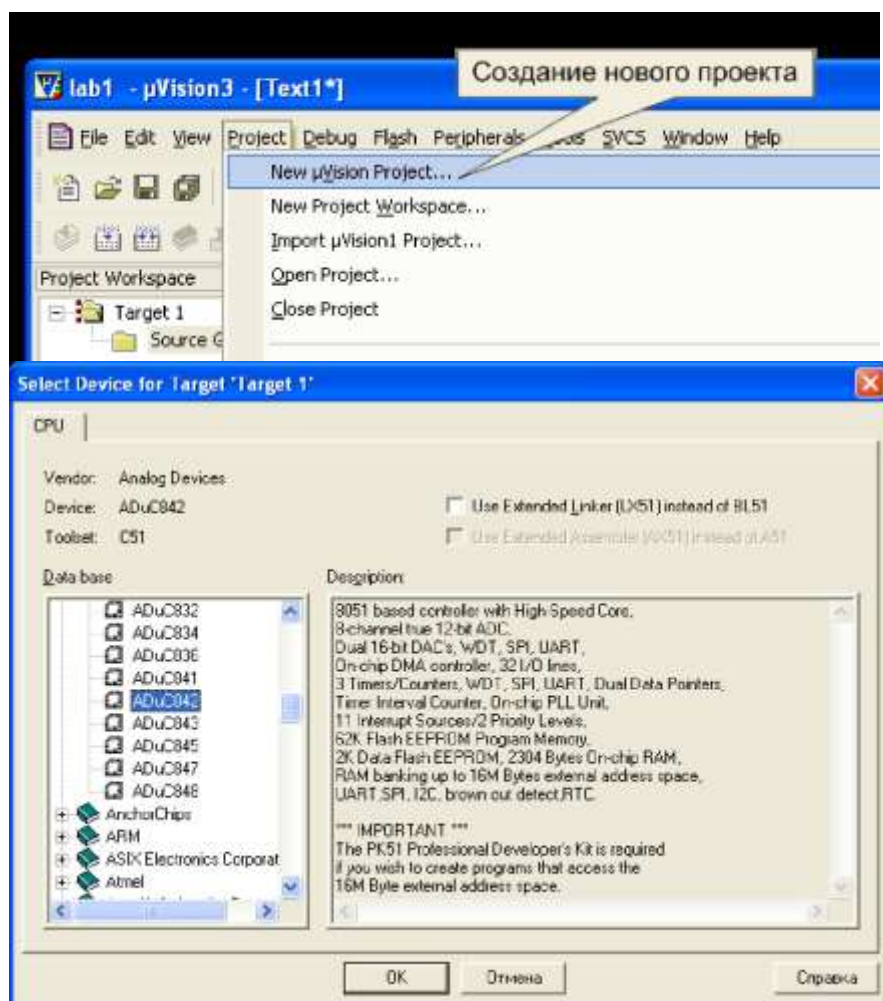
4.2 Использование системы поддержки разработок

Для облегчения процесса разработки программы часто используются системы поддержки разработок. В состав систем поддержки разработок включается определенный набор программных средств: редакторы текстов, ассемблер, редакторы связей, компиляторы, загрузчики и тому подобное. Каждая из этих программ создаёт свой файл (или свои файлы) на диске компьютера. Для того чтобы не запутаться в этих файлах при разработке программы, все эти файлы размещаются в своей, отдельной директории. Имя этой директории обычно назначают по имени программно-аппаратного проекта. Например: измеритель характеристик транзисторов или цифровой осциллограф.

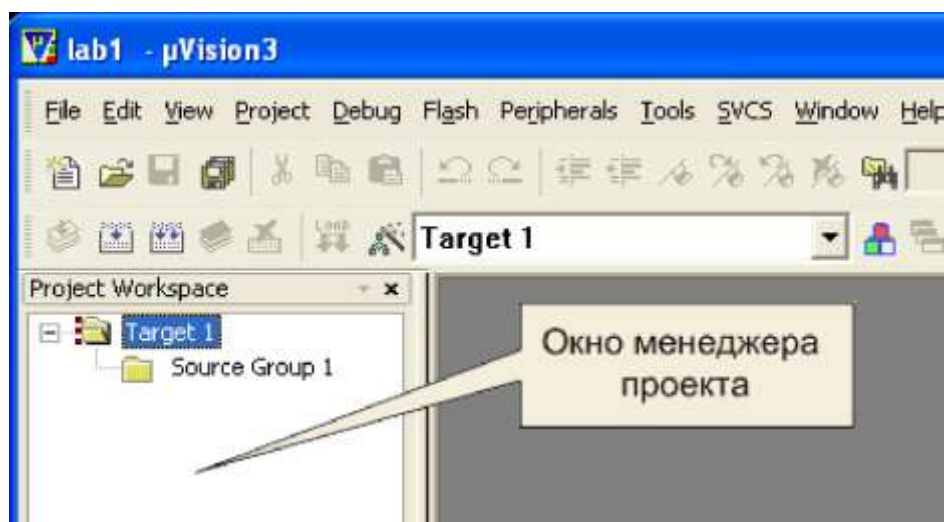
4.3 Создание программного проекта в интегрированной среде программирования Keil-C

Работа с программными проектами начинается с создания нового файла проекта. Для создания файла проекта в интегрированной среде разработки программ можно воспользоваться главным меню, как показано на рисунке 33.

После создания новой директории и нового файла программного проекта, интегрированная среда программирования предлагает выбрать конкретную микросхему из семейства MCS-51, как это показано на рисунке 34.



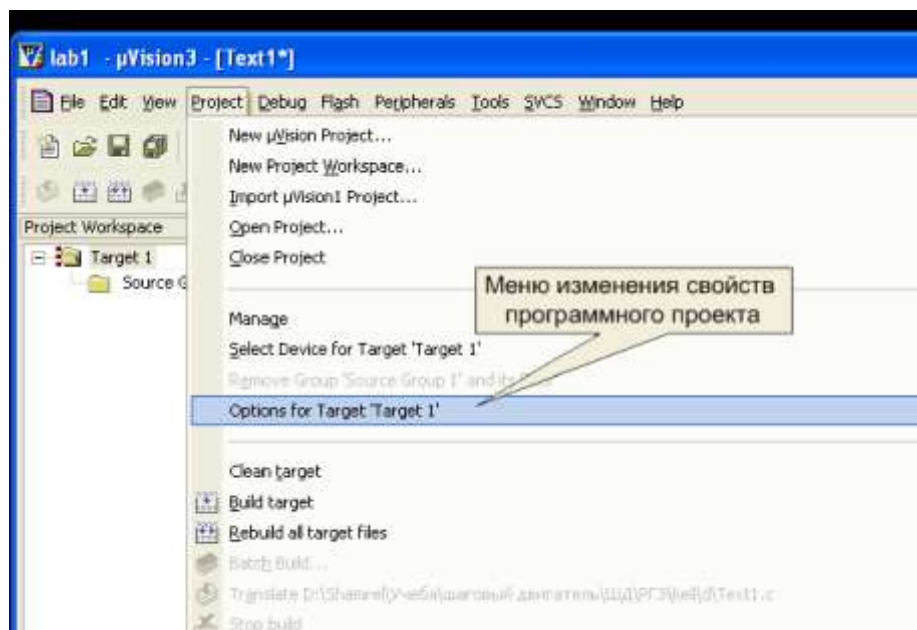
При этом в интегрированной среде программирования окно менеджера проекта приобретает вид, показанный на рисунке 35. Название назначения программного проекта можно изменить, щёлкнув манипулятором —мышь по названию назначения программного проекта в окне менеджера проекта (Например: отладка, реализация или сопровождение). Точно так же можно изменить название устройства в составе программного проекта (Например: носимая радиостанция, автомобильная радиостанция, стационарная радиостанция или базовая радиостанция).

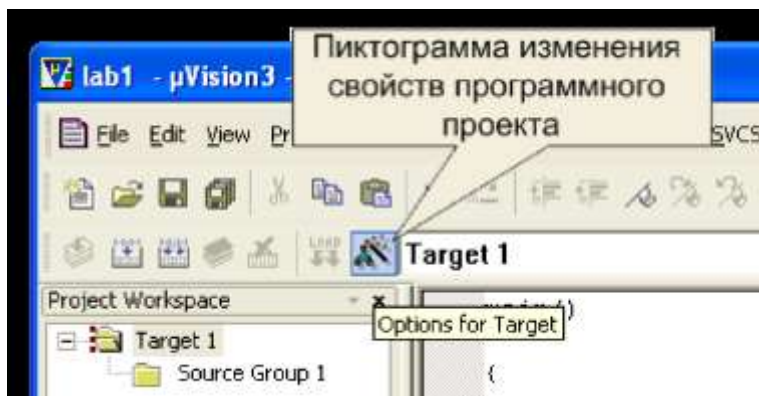


4.4 Настройка свойств программного проекта в интегрированной среде программирования Keil-C

После создания программного проекта в интегрированной среде программирования keil-c конечным файлом трансляции является абсолютный файл. Для загрузки в микросхему обычно используется HEX файл. Для создания этого файла необходимо включить соответствующую опцию в свойствах программного проекта.

Изменить свойства программного проекта можно несколькими способами. Первый способ – воспользоваться главным меню, как показано на рисунке 36. Второй способ – это нажать на кнопку изменения свойств программного проекта, как показано на рисунке 37.





При этом на экране компьютера появляется диалоговое окно изменения свойств программного проекта как показано на рисунке 38. В этом окне необходимо ввести параметры внешней памяти программ и памяти данных.

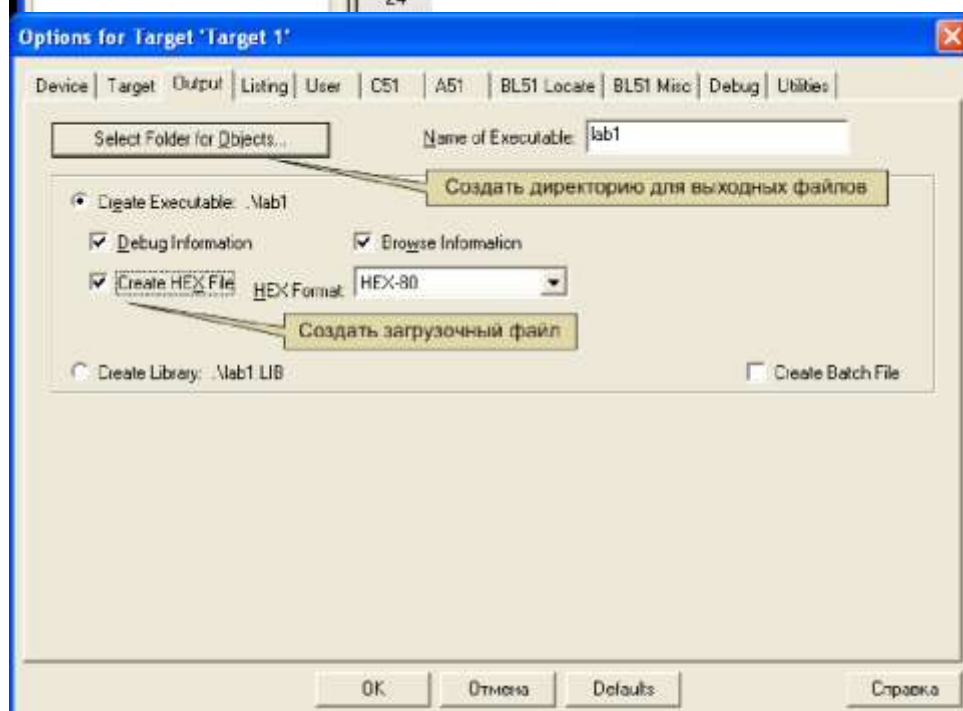
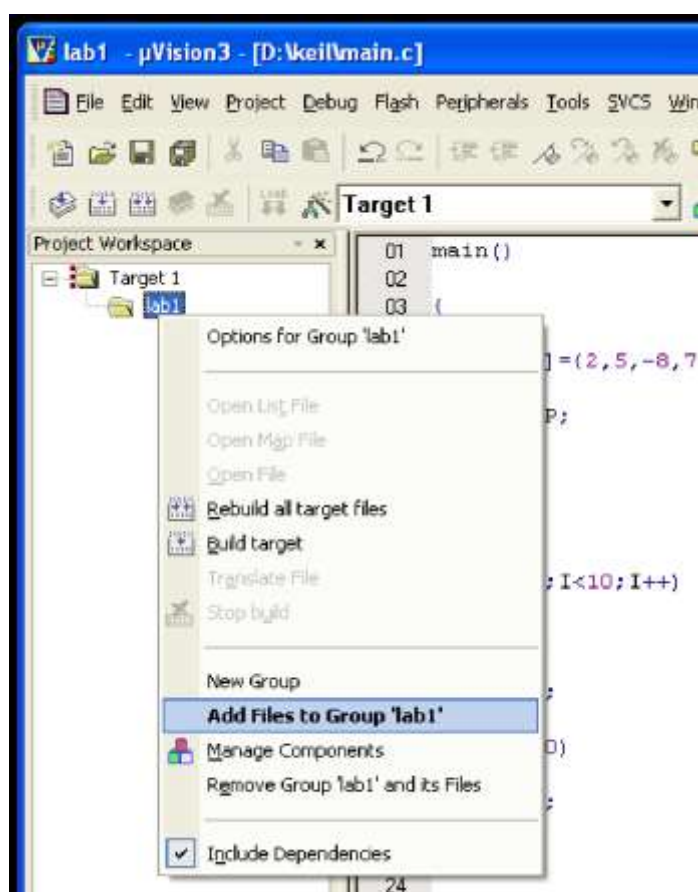
Затем необходимо установить выходные параметры программного проекта. Для этого открываем закладку выход (Output), как это показано на рисунке 39. В этой закладке убеждаемся, что установлена галочка создания выходного загрузочного файла в .hex формате. Для того чтобы не загромождать директорию проекта файлами объектных кодов можно создать отдельную директорию. Например, с названием OBJ. Новая директория может быть создана после нажатия на кнопку —Select Folder for Objectl.



Точно так же можно создать директорию (папку) для файлов листингов. Для этого необходимо выбрать закладку —Listing. В файлах листингов помещается информация об ошибках, ассемблерный код и соответствующий ему машинный код программного модуля. Использование листингов позволяет оптимизировать программу, а при работе без интегрированной среды программирования и находить синтаксические ошибки программы. Отметим, что создание файлов листингов замедляет процесс трансляции. Обычно имя для папки листингов выбирают LST.

Необходимость создания отдельных папок для листингов и объектных кодов возникает при большом количестве программных модулей, а значит при большом количестве файлов в одной папке. Обычно директории для листингов и для объектных кодов располагают внутри папки программного проекта, где содержатся исходные тексты программы.

Для настройки параметров компиляции выбирается закладка —C51. В этой закладке настраивается уровень оптимизации транслируемого программного модуля и цель оптимизации (по скорости работы программы или по размеру выходного файла). Кроме того, в этой закладке заносится адрес векторов прерывания. После настройки свойств программного проекта в диалоговом окне, это окно закрывается нажатием кнопки —ОК.



Теперь можно подключать к программному проекту файлы с исходным текстом программных модулей. Для этого можно щёлкнуть правой кнопкой мыши по значку группы файлов в окне менеджера проектов, как это показано на рисунке 40, и выбрать опцию добавления файлов к программному проекту. Добавляемые файлы должны быть предварительно созданы. Если файлом является программа на языке C, то этот файл должен иметь расширение .C. Например, LAB1.c. Если проект состоит из нескольких программных модулей, опцию добавления файлов следует повторить соответствующее число раз.

4.5 Работа с программным проектом в интегрированной среде программирования Keil-C

После завершения создания программного проекта можно открыть исходные тексты

программных модулей, щёлкнув левой кнопкой мыши на названии соответствующего файла в окне менеджера проектов.

Точно так же можно переключаться между программными модулями проекта, используя окно менеджера проектов.

В случае необходимости можно выключать окно менеджера программных проектов, но обычно это окно удобно при написании программы.

Если окно менеджера проектов отключено, то переключаться между модулями можно, используя меню —window.

5 Указания по трансляции программ и программных проектов

5.1 Трансляция программных модулей

Как уже указывалось, программный проект может состоять из нескольких файлов. В программном проекте, состоящем из нескольких файлов, появляется возможность нескольких видов трансляции. Прежде всего, можно оттранслировать только один файл, не транслируя остальные файлы программного проекта. Это позволяет обнаружить, и исправить все синтаксические ошибки в отдельном программном модуле.

При трансляции каждого программного модуля на жёстком диске формируются перемещаемый файл в объектном формате, который затем будет использоваться для создания загрузочного файла программного проекта. Этот файл называется объектный модуль. Одновременно с объектным модулем на диске формируется файл листинга программного модуля, в который помещается исходный текст программного модуля и сообщения о синтаксических ошибках.

При трансляции программного модуля, написанного на языке программирования ассемблер, в листинг помещаются машинные коды команд процессора, и их адрес относительно начала программного модуля. При трансляции исходного текста программы, написанной на языке программирования высокого уровня, таком как С программа транслятор может быть настроена так, что она будет создавать файл с текстом исходного модуля, написанного на ассемблере или помещать этот текст в листинг программного модуля. Таким образом, появляется возможность писать, и отлаживать программу на языке высокого уровня, а затем переводить её на язык программирования ассемблер и оптимизировать её вручную.

5.2 Связывание объектных модулей и получение загрузочного файла

После того, как оттранслированы без ошибок все программные модули, и тем самым получены файлы объектных модулей, производится трансляция всего программного проекта (связывание объектных модулей). При этом на диске формируются абсолютный и загрузочный файлы программного проекта. Для контроля ошибок связывания формируется файл листинга редактора связей с расширением m51.

Если обнаруживаются ошибки связывания, то абсолютный и загрузочный файлы программного проекта не формируются. В этом случае необходимо изменить исходный текст программного модуля из-за которого возникла ошибка связывания, оттранслировать его и снова попытаться произвести трансляцию программного проекта (связывание объектных модулей).

После получения загрузочного модуля можно начинать отладку программы.

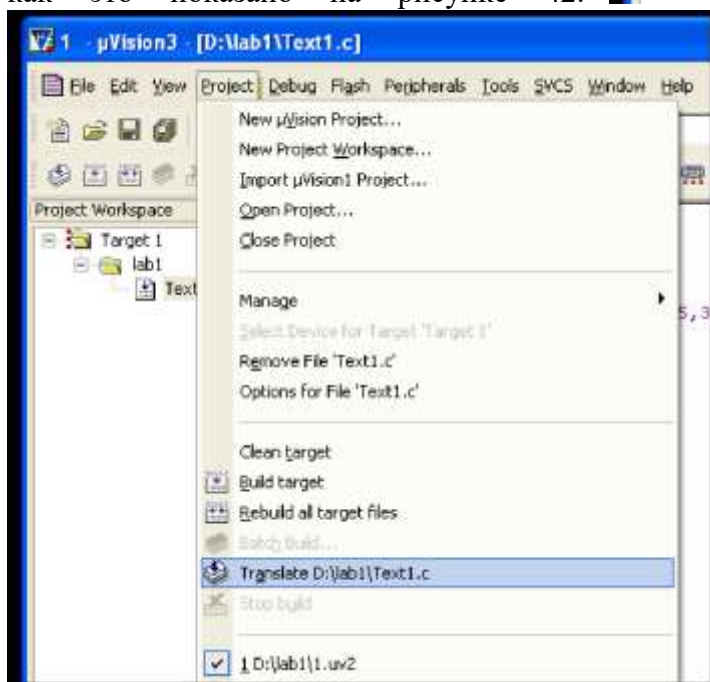
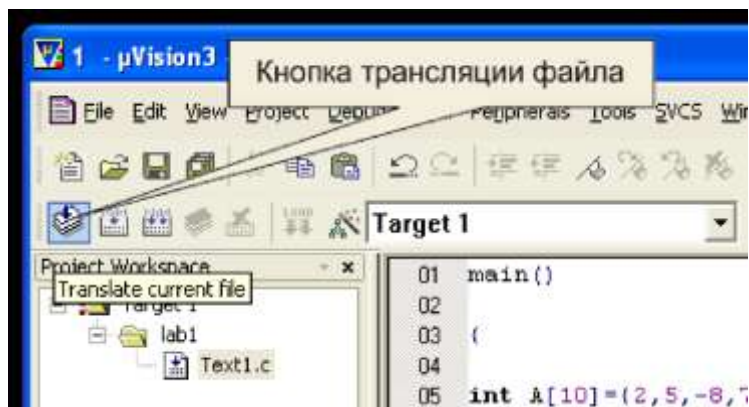
5.3 Трансляция программных проектов

Интегрированная среда программирования позволяет максимально облегчить трансляцию программных проектов. Так как параметры программного проекта уже настроены, то для трансляции исходного текста программного модуля достаточно загрузить исходный текст этого программного модуля в окно текстового редактора. Это можно сделать одним из способов рассмотренных ранее.

После загрузки исходного текста программного модуля достаточно нажать на кнопку трансляции программного модуля, как это показано на рисунке 41.

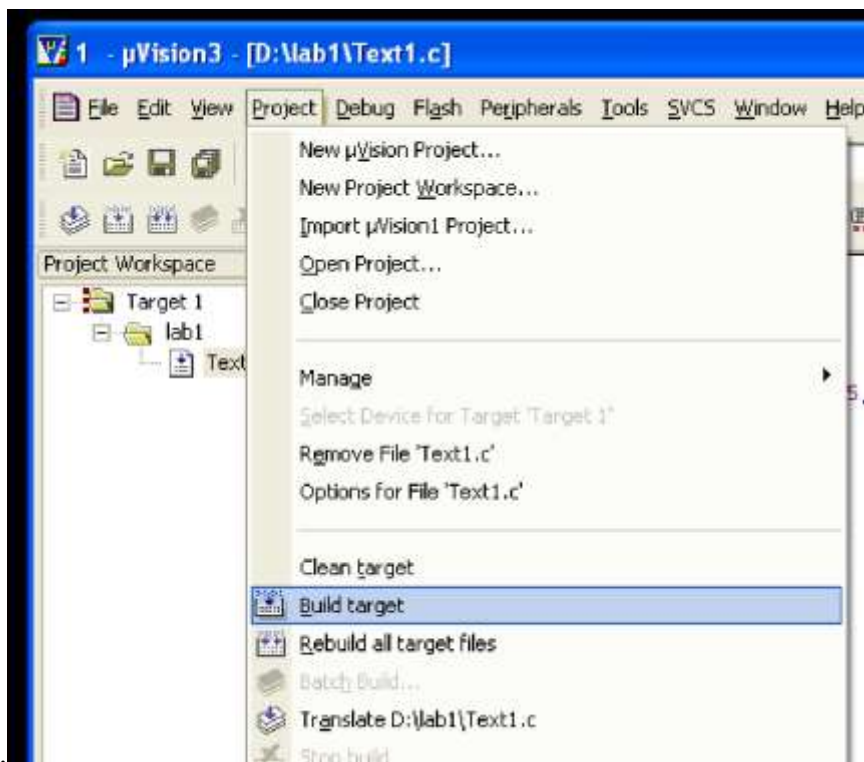
Ещё один способ трансляции программного модуля, это воспользоваться главным меню,

как это показано на рисунке 42.



Надо отметить, что в составе интегрированной среды программирования для поиска синтаксических ошибок удобнее пользоваться не файлом листинга, а окном `_build` (расположено внизу рабочей области), где выводятся все сообщения об ошибках. При этом если дважды щёлкнуть мышью по сообщению об ошибке в окне `_build`, то в окне текстового редактора будет выделена строка программы, где была обнаружена данная ошибка.

Трансляция программного модуля и получение загрузочного файла в интегрированной среде программирования производится нажатием кнопки `_Build target`, как это показано на



рисунке 43.

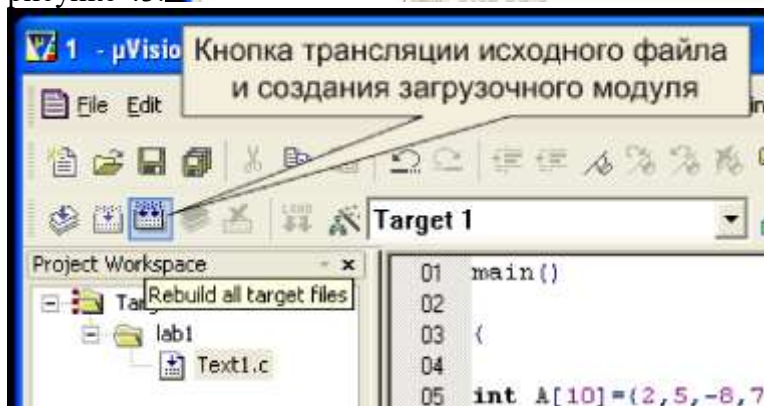


Рисунок 43 – Трансляция программного модуля проекта при помощи кнопки `_Build target`

Ещё один способ трансляции программного проекта в интегрированной среде программирования, это воспользоваться главным меню, как это показано на рисунке 44, но удобнее всего нажать на клавиатуре клавишу —F7.

Если же необходимо оттранслировать все программные модули вне зависимости имеются объектные модули или нет, и получить загрузочный файл, то нажимается кнопка `_Rebuild all target files` или выбирается соответствующее меню.

6 Указания по отладке программ во встроенном отладчике программ

6.1 Способы отладки программ

Отладка программ заключается в проверки правильности работы программы и аппаратуры. Программа, не содержащая синтаксических ошибок, тем не менее, может содержать логические ошибки, не позволяющие программе выполнять заложенные в ней функции. Логические ошибки могут быть связаны с алгоритмом программы или с неправильным пониманием работы аппаратуры, подключённой к портам микроконтроллера.

Встроенный отладчик позволяет отладить те участки кода программы, которые не зависят

от работы аппаратуры, не входящей в состав микросхемы микроконтроллера. Для отладки программ обычно применяют три способа:

1. Пошаговая отладка программ с заходом в подпрограммы;
2. Пошаговая отладка программ с выполнением подпрограммы как одного оператора;
3. Выполнение программы до точки останова.

Пошаговая отладка программ заключается в том, что выполняется один оператор программы и, затем контролируются те переменные, на которые должен был воздействовать данный оператор.

Если в программе имеются уже отлаженные подпрограммы, то подпрограмму можно рассматривать, как один оператор программы и воспользоваться вторым способом отладки программ.

6.2 Использование встроенного отладчика программ

Вызов встроенного отладчика удобнее всего осуществить, нажав на кнопку отладчика на панели инструментов `_file` как показано на рисунке 45 или воспользоваться быстрой кнопкой —Ctrl+F5

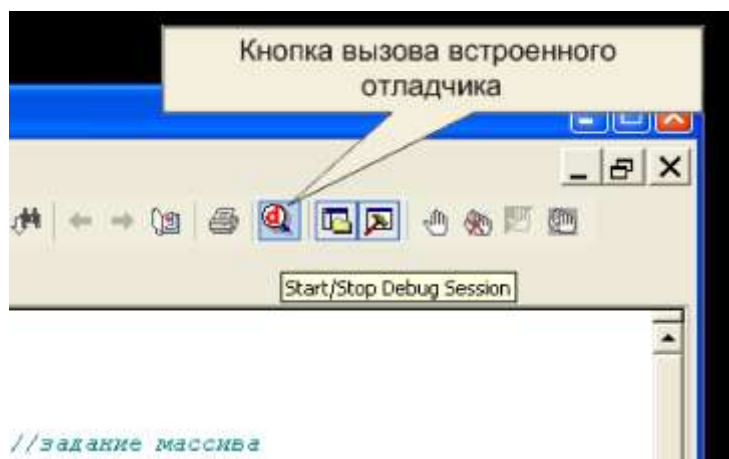


Рисунок 45 – Вызов встроенного отладчика с использованием кнопки на панели —file

После этого внешний вид интегрированной среды программирования принимает вид, показанный на рисунке 47. В верхней части программы появляется дополнительная панель инструментов отладчика программ (рисунок 46). В нижней части программы появляется окно просмотра памяти контроллера и окно контроля переменных —Watch.

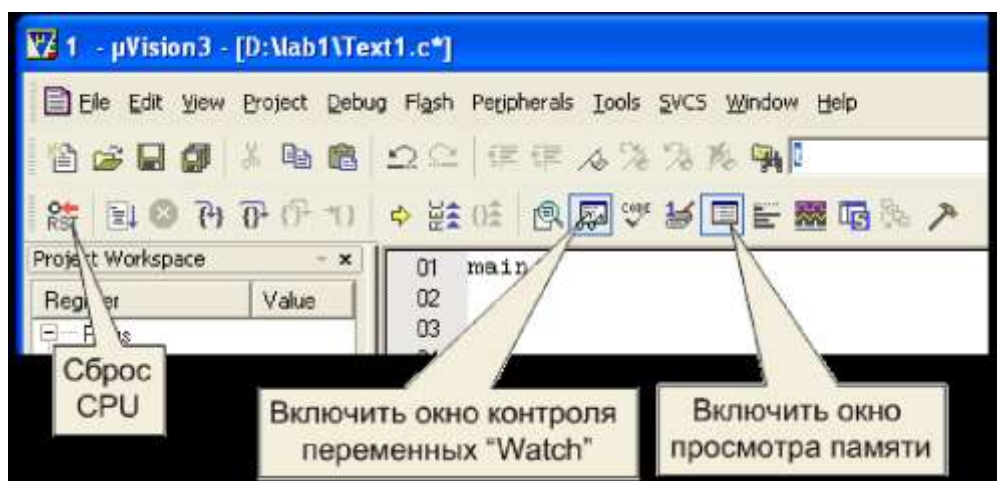


Рисунок 46 – Дополнительная панель инструментов отладчика программ.

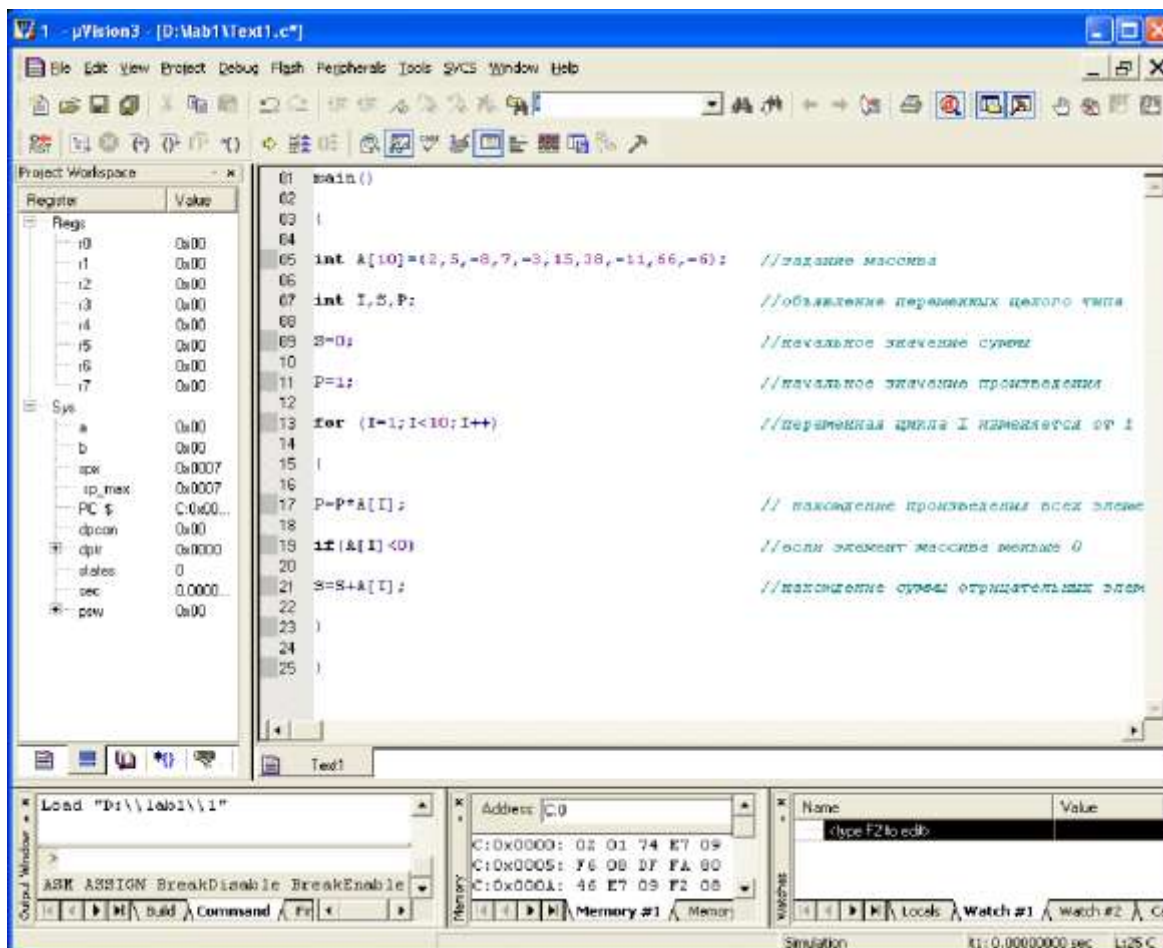


Рисунок 47 – Внешний вид интегрированной среды программирования в режиме отладки программ

Окно просмотра памяти контроллера можно настроить на просмотр памяти программ или памяти данных, введя в диалоговое окно —адрес| ключ, двоеточие и адрес начальной ячейки памяти.

Например:

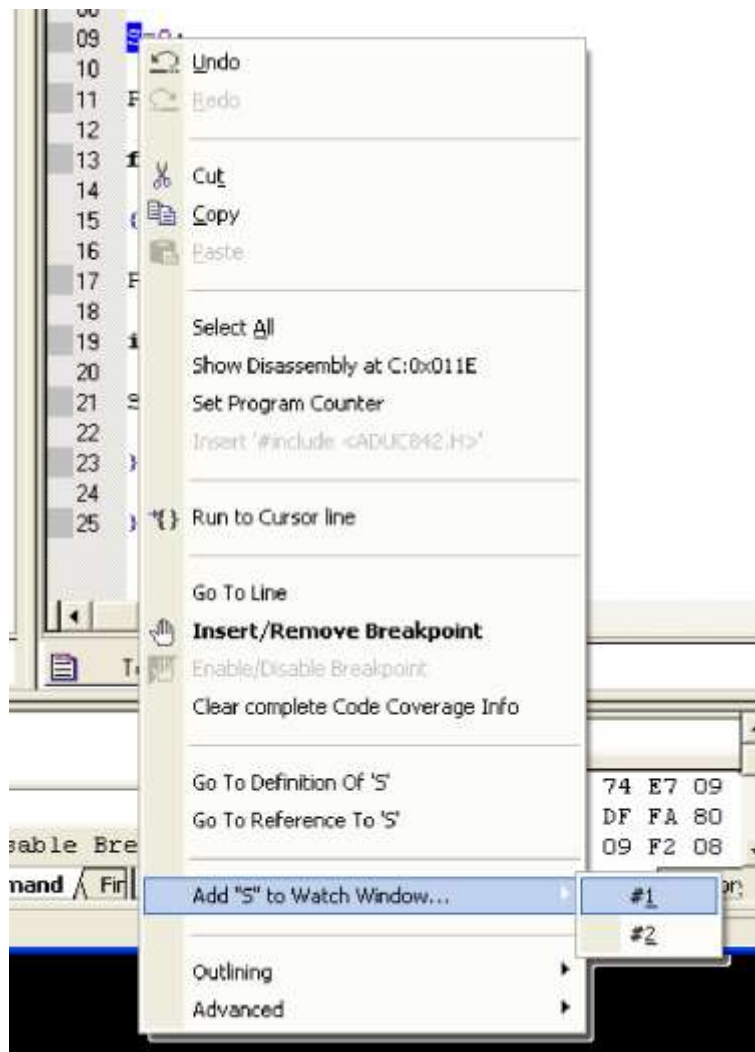
d:0 – просмотреть память данных начиная с нулевой ячейки;

c:0 – просмотреть память программ начиная с нулевой ячейки;

x:0 – просмотреть внешнюю память данных начиная с нулевой ячейки.

При использовании встроенного отладчика программ для контроля переменных можно воспользоваться окном —Watch. В большинстве случаев это намного выгоднее, чем использовать просмотр памяти данных. Переменные в этом окне отображаются в том формате, в котором они были объявлены в программе. Для добавления переменной в окно —Watch достаточно щёлкнуть правой кнопкой мыши по переменной в тексте программы в окне отладчика программ, как это показано на рисунке 48.

Окно просмотра переменных содержит две закладки —Watch #1 и —Watch #2. Это позволяет группировать переменные, по какому либо признаку, например по отлаживаемым подпрограммам. При добавлении переменной Вы выбираете номер окна просмотра окна



переменных.

Кроме просмотра глобальных переменных, которые существуют на протяжении всей программы, окно просмотра переменных содержит закладку —`locals!`. Эта закладка позволяет отслеживать локальные переменные, которые существуют только внутри подпрограммы. Вводить имена локальных переменных в эту закладку не нужно. Они появляются в этой закладке автоматически, как только Вы попадаете в подпрограмму, в которой используются локальные переменные.

При отладке программ на языке программирования ассемблер очень важно контролировать содержимое внутренних регистров микроконтроллера. Это позволяет сделать закладка `Regs` в окне менеджера проектов, показанная на рисунке 22 (левая рабочая область). В этом окне можно проконтролировать содержимое регистров текущего банка, указателя стека и программного счётчика, содержимое аккумуляторов `A` и `B`, а также состояние рабочих флагов микроконтроллера в регистре `PSW`.

Один оператор программы может быть выполнен нажатием кнопки `F11`. Если вызов подпрограммы рассматривается как один оператор, то пошаговая отладка программы осуществляется нажатием кнопки `F10`.

Использование точек останова позволяет пропускать уже отлаженную часть программы. Для того, чтобы установить точку останова, можно воспользоваться кнопкой (`Insert/remove Breakpoint`) на панели файлов или воспользоваться главным или всплывающим меню. Перед тем как нажать на кнопку установки точки останова, необходимо установить курсор на строку исходного текста программы, где необходимо остановить выполнение программы.

Точка останова устанавливается в местах, где необходимо проверить содержимое переменных или просто проконтролировать, передаётся ли управление данному оператору.

После того, как установлены все необходимые точки останова осуществляется выполнение программы в свободном режиме. Для этого можно воспользоваться кнопкой (`Run`) или нажать на кнопку `F5` на клавиатуре.

Может возникнуть ситуация, что программа не передаёт управление ни одному из операторов, на которых установлены точки останова. В этом случае для прекращения выполнения программы следует воспользоваться кнопкой  (Halt) или нажать на кнопку —Esc на клавиатуре.

Точка останова может быть использована многократно. Иногда же возникает необходимость однократно пропустить часть операторов. В этом случае можно воспользоваться кнопкой выполнения программы до курсора  (Run to Cursor line). При нажатии на эту кнопку программа будет выполняться до тех пор, пока управление не будет передано оператору, на котором находится курсор. Как только это произойдёт, выполнение программы будет остановлено, и можно будет проконтролировать переменные и продолжить выполнение программы в пошаговом или свободнобегущем режиме.

Порядок выполнения работы:

1. Войдите в интегрированную среду программирования
2. Создайте новый файл исходного текста программы. Имя файла может быть, например, L1.c (расширение *.c обязательно).
Текст программы:

```
main()
{
//задание массива int A[10]={2,5,-8,7,-3,15,38,-11,66,-6};
//объявление переменных целого типа
int I,S,P;
//начальное значение суммы
S=0;
//начальное значение произведения
P=1;
//переменная цикла I изменяется от 1 до 10 с шагом 1
for (I=1;I<10;I++)
{
// нахождение произведения всех элементов массива
P=P*A[I];
//если элемент массива меньше 0
if(A[I]<0)
S=S+A[I];
//нахождение суммы отрицательных элементов массива
}}
```

Эта программа находит сумму отрицательных элементов массива A[10]. После выполнения программы результат (сумма) будет находиться в ячейке памяти S. 3. Создайте проект с именем LAB1.

4. Добавьте в проект файл с программой.
5. Оттранслируйте программный проект.
6. Убедитесь, что при трансляции программного модуля не обнаружены синтаксические ошибки.
7. Убедитесь, что в директории проекта созданы загрузочный файл с расширение .lst и загрузочный hex-файл с расширением .hex.

8. Выполните пошаговую отладку программы с использованием кнопки F11. На каждом шаге выполнения программы запишите значения используемых переменных программы: A[i] и S.

Ход работы:

1. Включите ЭВМ, и вызовите интегрированную среду программирования, щелкнув мышью по

значку .

2. Создайте новый файл исходного текста программы.

3. Введите заданный исходный текст программы, используя клавиатуру.
4. Откройте диалоговое окно сохранения файла, щелкнув мышью по значку .
5. Создайте новую папку с именем LAB1. Для этого щёлкните мышью по значку .
6. Введите имя файла, например L1.c (расширение файла должно быть обязательно *.c), и нажмите на кнопку клавиатуры —Enter.
7. Создайте новый проект. Для этого выберите подменю —New project из меню —project. Выберите папку размещения нового проекта – LAB1. Укажите имя проекта – L1.
8. Теперь можно подключать к программному проекту файл с исходным текстом программы. Для этого можно щёлкнуть правой кнопкой мыши по значку группы файлов в окне менеджера проектов, как это показано на рисунке 40, и выбрать опцию добавления файлов к программному проекту.
9. Оттранслируйте проект, нажав кнопку —F7 (Rebuild all target files). Если есть ошибки, исправьте их в текстовом редакторе среды Keil.
10. При отсутствии ошибок убедитесь, что в директории проекта появился загрузочный файл с расширением .hex.
11. Для вызова отладчика щелкните мышью значок его запуска .
12. Выполните пошаговую отладку программы с использованием кнопки —F11. На каждом шаге выполнения программы запишите значения используемых переменных программы A[I] и S. Если при вызове отладчика в нижней части экрана отсутствует окно просмотра переменных, его можно включить, выбрав в меню —View команду —Watch & call stack window, либо воспользоваться иконками, показанными на рисунке 46. Для добавления переменной в окно —Watch достаточно щёлкнуть правой кнопкой мыши по нужной переменной в окне программы и в появившемся окне выбрать ADD to Watch window.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие № 21

Организация ввода-вывода информации через параллельные порты МК ADuC842

Цель работы: разработка программы управления светодиодами с использованием параллельного порта МК

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением.
2. Мультимедиа проектор.
3. Лабораторные стенды «LESO1»

Подготовка к работе

Изучить теоретический материал по теме (см. Практическую работу №2)

Работа с регистрами специальных функций

Все программно доступные регистры управления, конфигурации и данных микроконтроллера включены в область регистров специальных функций (Special Function Register — SFR). Эта область формально занимает старшие 128 байт внутренней памяти данных, но обращение должно осуществляться по определенным адресам ячеек или отдельным битам. Регистры SFR реализуют интерфейс между микропроцессорным ядром и внутренней периферией микроконтроллера. Все регистры специальных функций имеют как символические имена (мнемоники), так и адреса в качестве ячеек внутренней памяти. Информацию об SFR можно найти в документации на микроконтроллер, обычно указывается не только название и адрес регистра, но и значение, записанное в них после сброса контроллера.

Часть регистров, адреса которых заканчиваются на 0h или 8h, содержит прямо адресуемые биты, адреса этих битов находятся в диапазоне 80h – FFh. Кроме адресов эти биты имеют еще и имена, которые могут быть определены в языках программирования. Таким образом, к прямо адресуемым битам регистрам специальных функций можно обращаться по именам. Если в регистре биты не прямо адресуемые, то их имена служат только для удобства описания функционирования соответствующего блока микроконтроллера. Для обращения к определенному биту такого регистра должна производиться выборка байта целиком, а затем накладываться нужная маска.

Для работы с портами микроконтроллера на языке C51 введены специальные типы переменных – регистры специальных функций sfr. Синтаксис определения регистра выглядит следующим образом:

sfr name = address;

где name — имя регистра SFR (любой идентификатор);

address — адрес регистра SFR.

Пример объявления:

sfr P0 = 0x80; /* Порт-0, адрес 80h */

sfr P1 = 0x90; /* Порт-1, адрес 90h */

sfr P2 = 0xA0; /* Порт-2, адрес A0h */

sfr P3 = 0xB0; /* Порт-3, адрес B0h */

После такого объявления в программе можно использовать регистр как обычную однобайтовую переменную.

Объявление отдельных битов в побитно адресуемых регистрах происходит с помощью ключевого слова sbit одним из следующих способов:

sbit name = sfr-name^bit-position;

sbit name = sfr-address^bit-position;

sbit name = sbit-address;

где:

name — имя бита в SFR;

sfr-name — имя заранее объявленного SFR;

bit-position — позиция бита в соответствующем регистре;

sfr-address — адрес регистра SFR;

sbit-address — непосредственный адрес бита.

Таким образом, второй бит порта P0 может быть записан одним из способов:

sbit p0_2 = 0x82; // непосредственный адрес

sbit p0_2 = 0x80^2; // используя адрес SFR

sbit p0_2 = P0^2; // заранее объявленный P0

Для определения адресов регистров и отдельных разрядов в них следует обратиться к рисунку 5.

Объявление регистров специальных функций следует делать перед основной подпрограммой. SFR не может быть объявлен внутри функции.

Работа загрузчика nwFlash

Для загрузки исполняемого кода во внутреннюю память микропроцессора и взаимодействия лабораторного стенда с ПК разработана программа nwFlash. Программа nwFlash позволяет:

- производить поиск подключенных к компьютеру по USB интерфейсу лабораторных стендов;
- активировать соединение с одним из найденных стендов;
- выполнять сброс микроконтроллера (Reset);
- загружать во flash – память микроконтроллера пользовательскую программу;
- принимать и отправлять данные в текстовом и шестнадцатеричном виде по интерфейсу UART (режим терминала).

Интерфейс nwFlash состоит из трех элементов: главного меню, окна терминала и окна состояния.

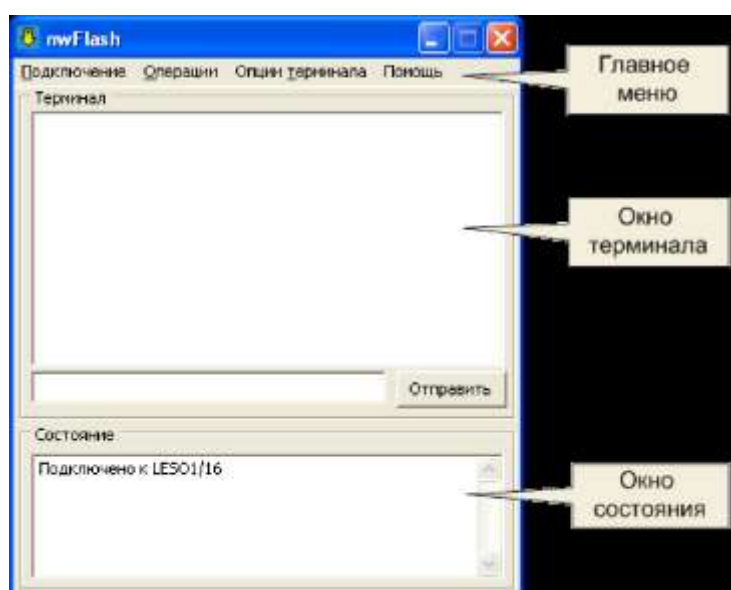


Рисунок 49 – Интерфейс загрузчика nwFlash

Главное меню позволяет производить операции со стендом, а также настраивать параметры терминала. Окно терминала служит для отображения данных, посылаемых микроконтроллером по интерфейсу UART, а также для отправки пользовательских данных от компьютера микроконтроллеру. В окне состояния отображаются результаты всех проведённых операций для контроля.

Для работы с программой nwFlash следует запустить программу. При нажатии на пункт главного меню "Подключение" программа выполнит поиск подключенных стендов и отобразит их названия в раскрывшемся меню. Если вы забыли подключить стенд, то появится надпись "нет подключенных стендов", в этом случае подключите стенд и снова раскройте меню "Подключение".

После выбора стенда из меню "Подключение". В окне состояния должна появиться надпись "Подключено к 'имя_стенда'". После этого становится доступным пункт меню "Операции", где можно:

- выполнить сброс микроконтроллера. На стенде начнёт выполняться программа, записанная в микроконтроллер в последний раз;
- стереть flash-память микропроцессора;
- загрузить исполняемый *.hex файл в память микроконтроллера.

В появившемся окне необходимо указать путь к *.hex файлу.

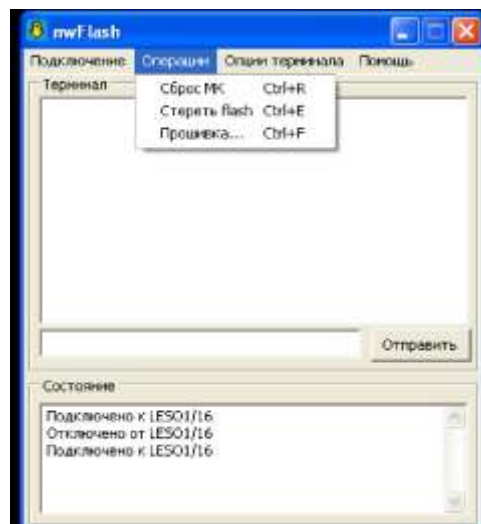


Рисунок 50 – Интерфейс загрузчика nwFlash. Операция.

После выполнения работы со стендом, выберите пункт "Отключиться" в меню "Подключение", затем закройте программу.

Порядок выполнения работы

1. Вывод информации через параллельный порт

1. По принципиальной схеме установите, к каким портам микроконтроллера подключены светодиоды.
2. По таблице регистров специальных функций (SFR) определите адреса регистров требуемых портов.
3. Войдите в интегрированную среду программирования Keil-C.
4. Создайте файл проекта.
5. Введите текст программы в соответствии с заданием:
6. Каждому студенту требуется зажечь светодиоды, соответствующие номеру своего варианта в бинарном виде.
7. Оттранслируйте программу, и исправьте синтаксические ошибки.
8. Загрузите полученный *.hex файл в лабораторный стенд LESO1.
9. Убедитесь, что на лабораторном стенде LESO1 зажигаются требуемые светодиоды.
10. Покажите результат преподавателю.

2. Ввод информации через параллельный порт (дополнительно)

1. По принципиальной схеме установите, к какому порту микроконтроллера подключена кнопка S2.
2. Определите адрес порта, к которому подключена кнопка.
3. Измените исходный текст программы таким образом, чтобы требуемые светодиоды загорались только по нажатию кнопки.
4. Оттранслируйте программу, и исправьте синтаксические ошибки.
5. Загрузите полученный *.hex файл в лабораторный стенд LESO1.
6. Убедитесь, что при нажатии на кнопку зажигаются светодиоды, соответствующие вашему варианту.
7. Покажите результат преподавателю.

1. Примеры программ приведены в файлах 1.c и 2.c (см. Приложение)

Внесите изменения (по вариантам) в программу 1.c для включения заданных светодиодов, используя параллельный порт МК. Включенные светодиоды помечены X, отключенные – 0.

№ варианта	№ светодиода			
	1	2	3	4
1	X	0	0	0
2	0	X	0	0
3	0	0	X	0
4	0	0	0	X
5	X	0	0	X

6	X	0	X	0

Внесите изменения в программу 2.с для включения заданных светодиодов по нажатию на кнопку, используя параллельный порт МК. Включенные светодиоды помечены X, отключенные – 0.

№ варианта	№ светодиода				№ светодиода			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	X	0	0	0	0	0	0	X
2	0	X	0	0	0	0	X	0
3	0	0	X	0	0	X	0	0
4	0	0	0	X	X	0	0	0
5	X	0	0	X	0	X	X	0
6	X	0	X	0	0	X	0	X

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Графическую схему алгоритма программы.
3. Исходный текст программы.
4. Содержимое файла листинга программного проекта.
5. Выводы по выполненной лабораторной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №22.

Разработка программы управления клавиатурой матричного типа

Цель работы: разработать и отладить программу управления матричной клавиатурой с помощью МК

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на

государственном языке;

- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением.
2. Мультимедиа проектор.
3. Лабораторные стенды «LESO1»

Подготовка к работе:

изучить необходимый теоретический материал по теме (см. Практическая работа №3)

Рекомендации к составлению программы

Программа для микроконтроллера жестко зависит от принципиальной схемы разрабатываемого устройства. Невозможно написать программу для микроконтроллерного устройства не имея перед глазами его схемы. Поэтому, перед началом работы по принципиальной схеме учебного стенда LESO1 следует изучить способ подключения клавиатуры и светодиодов к микроконтроллеру: определить, к каким портам подключены светодиоды, столбцы и строки клавиатуры. Затем по таблице SFR нужно узнать адреса регистров задействованных портов ввода-вывода.

Программа, управляющая микроконтроллером, запускается при включении питания устройства и не завершает свою работу, пока не будет выключено питание. Поэтому в программе обязательно должен быть организован бесконечный цикл. В теле цикла должен производиться опрос клавиатуры, анализ полученных данных и вывод результата на светодиод. Опрос клавиатуры заключается в последовательном сканировании каждого столбца, для этого на соответствующую линию порта вывода подается логический ноль (эквивалент общего провода), на остальных столбцах должен быть высокий уровень, после чего с порта ввода, к которому подключены строки, считывается код. Если считаны все единицы, то ни одна из клавиш не нажата, в противном случае код содержит информацию о нажатых клавишах. Стоит заметить, что считанный код содержит не только номер замкнутого контакта, но и информацию о нажатии нескольких кнопок одновременно, поэтому лучше хранить в памяти контроллера непосредственно считанный код, а не готовый номер кнопки. Для хранения считанного кода следует ввести специальную переменную.

При написании программы нужно помнить об особенности параллельного порта P1 в микроконтроллере ADuC842. Этот порт по умолчанию настроен на ввод аналоговых сигналов (функция АЦП). Для того чтобы перевести порт в режим цифрового входа, в соответствующий бит порта необходимо записать логический ноль. Сделать это нужно один раз при инициализации микроконтроллера. Порт не имеет внутреннего усиливающего транзистора, и потому при вводе дискретной информации через него не требуется записывать в разряды логическую единицу.

Порядок выполнения работы:

1. По принципиальной схеме установите, к каким портам микроконтроллера подключены светодиоды, а также столбцы и строки клавиатуры.
2. По таблице регистров специальных функций (SFR) определите адреса регистров требуемых портов.
3. Войдите в интегрированную среду программирования Keil-C.
4. Создайте и настройте должным образом проект.
5. Введите текст программы в соответствии с заданием: При нажатии на кнопку, согласно варианту, загорается комбинация светодиодов, соответствующая в бинарном виде номеру кнопки; при отпускании кнопки, светодиоды должны погаснуть.
6. Оттранслируйте программу, и исправьте синтаксические ошибки.
7. Загрузите полученный *.hex файл в лабораторный стенд LESO1.
8. Убедитесь, что программа функционирует должным образом.

Пример программы приведен в файле 3.с (см. Приложение)

Внесите изменения в программу 3.с для включения в работу только определенных клавиш клавиатуры, остальные - отключены.

№ варианта	Включенные клавиши		
1	1	2	3
2	4	5	6
3	7	8	9
4	1	4	7
5	2	5	8
6	3	6	9

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Графическую схему алгоритма программы.
3. Исходный текст программы.
4. Содержимое файла листинга программного проекта.
5. Выводы по выполненной лабораторной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №23.

Разработка программы управления символьным ЖКИ

Цель работы: разработка и отладка программы вывода информации на ЖКИ с помощью МК

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением.

2. Мультимедиа проектор.
3. Лабораторные стенды «LESO1»

Задание: изучить необходимый теоретический материал по теме (см. Практическая работа №4)

Перед началом работы требуется произвести инициализацию ЖКИ согласно алгоритму, показанному на рисунке 54.

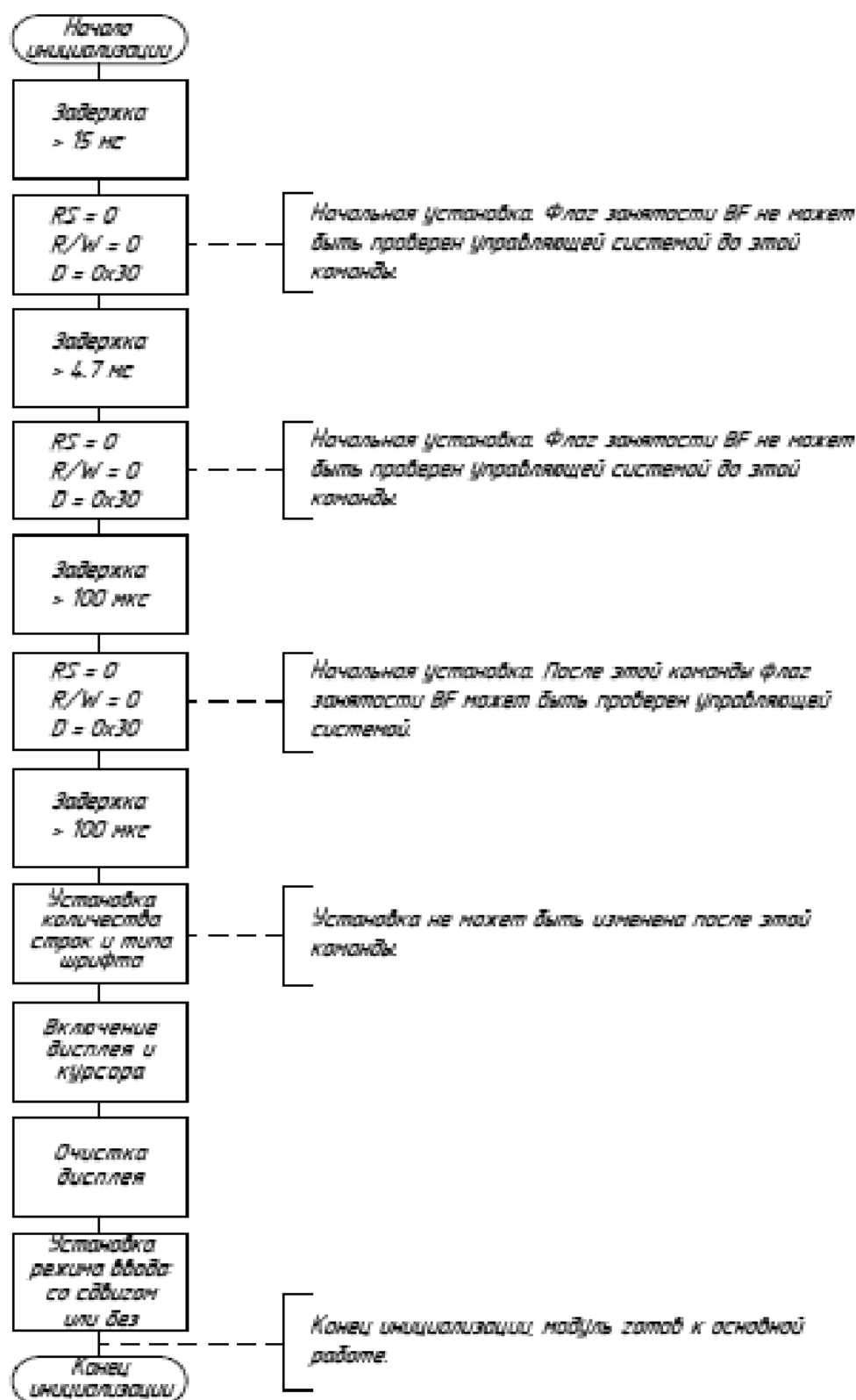


Рисунок 54 – Алгоритм инициализации ЖКИ

		Старшая часть байта (D4 – D7)															
		0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	Ah	Bh	Ch	Dh	Eh	Fh
Младшая часть байта (D0 – D3)	0h				Ø	Ø	P	°	P			В	Ю	Ч	,	Д	×
	1h			!	1	А	Q	а	а			Г	Я	Ш	,	Ц	%
	2h			"	2	В	Р	Ь	Г			Ё	Б	Ъ	и	Щ	§
	3h			#	3	С	Е	с	с			Ж	Е	У	и	д	4
	4h			\$	4	О	Т	о	т			З	Г	Ь	х	ф	Е
	5h			%	5	Е	У	е	у			Н	ё	а	х	ц	7
	6h			&	6	В	У	у	у			Н	ж	Ю	х	ш	8
	7h			°	7	В	У	а	у			Л	э	я	І	'	Е
	8h			Q	8	Н	Х	н	х			П	и	о	П	"	Е
	9h			9	9	І	У	і	у			У	а	о	†	~	9
	Ah			*	*	Ј	З	ј	з			Ф	к	„	↓	е	Е
	Bh			+	+	К	Е	к	е			Ч	л	"	Н	о	*
	Ch			*	<	Л	о	І	е			Ш	Н	Н	*	Ю	9
	Dh			—	=	М	П	м	п			Б	Н	с	Н	*	9
	Eh			*	>	Н	^	н	*			Ы	п	з	х	о	9
	Fh			/	?	О	О	о	о			Э	Т	Е	*	О	■

Рисунок 55 – Таблица символов знакогенератора

2 Рекомендации по программному управлению ЖКИ

Программу для работы с ЖКИ следует организовать в виде функций, выполняющих определенные действия, причем более сложные функции могут включать в себя простейшие. Простейшими могут быть такие подпрограммы, как функция, отправляющая команду контроллеру дисплея; функция, устанавливающая счетчик адреса; или функция, записывающая данные в DDRAM. В любом случае, общий алгоритм передачи информации контроллеру не изменится. Руководствуясь диаграммой передачи информации (рисунок 24), определим

последовательность действий при передаче информации в ЖКИ следующим образом: устанавливаем требуемое значение **RS**, на линию **R/W** подаем логический ноль, затем на линию **E** выводим логическую единицу, после чего подаем на шину **D** значение передаваемого байта. Контроллер ЖКИ считает этот байт и состояние управляющих линий (**RS**, **R/W**) только после подачи на линию **E** логического нуля. При этом, если временные задержки, указанные на диаграмме, меньше длительности машинного цикла, то ими можно пренебречь.

Код программы, реализующей запись в память ЖКИ байта данных, показан ниже:

```
RS=1;           // выбираем команды или данные
RW=0;           // выбираем направление передачи
E=1;
Data=symbol;    // выводим байт данных на шину D
E=0;            // переводим сигнал на линии E из 1 в 0
delay ();       /* ждем, пока контроллер выполняет внутренние операции*/
```

В приведенном участке программы подразумевается, что переменные **RS**, **RW** и **E** объявлены как **sbit**, а переменная **Data** – как **sfr**. Аналогично будет происходить передача любой команды контроллеру ЖКИ.

При реализации чтения информации из контроллера необходимо пользоваться диаграммой, приведенной на рисунке 25. Следует помнить, что для того, чтобы ввести информацию с параллельного порта, в него предварительно должны быть записаны логические единицы.

Для того, чтобы не загромождать основную программу алгоритм инициализации (рисунок 54) можно реализовать в виде отдельной подпрограммы. Временные задержки, указанные в алгоритме, следует задавать с помощью таймеров, как это делалось в лабораторной работе «Изучение таймеров микроконтроллера».

Порядок выполнения работы

1 Вывод символа на ЖКИ

1. Разработайте алгоритм программы, выводящей на экран ЖКИ ваше имя в заданной строке. Режим работы ЖКИ и номер строки определяется согласно варианту задания (таблица 10).
2. По принципиальной схеме учебного стенда LESO1 определите, к каким выводам микроконтроллера ADuC842 подключен ЖКИ. По таблице SFR определите адреса используемых портов ввода-вывода.
3. Разработайте и введите текст программы в соответствии с созданным алгоритмом.
4. Оттранслируйте программу, и исправьте синтаксические ошибки.
5. Загрузите полученный *.hex файл в лабораторный стенд LESO1.
6. Убедитесь, что на экране дисплея в заданной позиции появился требуемый символ.

2 Управление ЖКИ через последовательный порт персонального компьютера (дополнительно)

1. Измените программу таким образом, что бы на экране ЖКИ выводилась информация, переданная с персонального компьютера через UART. Передача команды осуществляется через терминал pwFlash. Выбор источника синхронизации и скорости передачи данных осуществляется по усмотрению студента.
2. Загрузите полученный *.hex файл в лабораторный стенд LESO1.
3. Через терминал pwFlash передайте коды символов, убедитесь, что соответствующие символы выводятся на экране индикатора.

Пример программы приведен в файле 6.c (см. Приложение)

Внесите изменения в программу 6.c для отображения на ЖКИ Вашего имени.

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Принципиальную схему подключения ЖКИ к управляющему микроконтроллер.
3. Структурную схему ЖКИ.
4. Диаграммы передачи данных по параллельному интерфейсу.
5. Расчет параметров таймера.
6. Графическую схему алгоритма работы программы.

7. Исходный текст программы.
8. Содержимое файла листинга программного проекта.
9. Выводы по выполненной лабораторной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №24.

Организация ввода-вывода информации через параллельные порты МК Atmega 8535

Цель работы: изучить процесс обмена информацией через порты ввода/вывода МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
 - использовать выбранную среду программирования;
 - применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
 - использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
 - применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
 - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
 - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
 - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
 - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Пример 1 (текст программы см. ПРИЛОЖЕНИЕ).

Написать программу, осуществляющую сложение двух младших и двух старших бит порта С с выводом результата на порт D.

```

;-----
;Программа для сложения двух двухбитных чисел А (биты PC7:PC6) и В
(биты PC1:PC0) с последующим выводом результата на PORTD
;Входы: PINC7:PINC6 и PINC1:PINC0
;Выходы: PORTD
.include "m8535def.inc" ;Подключение библиотеки ATmega8535
.cseg ;Начало сегмента кода
.org 0
reset: ;Инициализация портов ввода/вывода
    ldi r16,0xFF ;Установка PORTD на вывод информации: r16←0xFF
    out DDRD,r16 ;PORTD←r16
    clr r16 ;Установка PORTC на ввод информации: r16←0
    out DDRC,r16 ;PORTC←r16
main:
    in r16,PINC ;ввод данных из порта C в регистр: r16←PINC
    mov r17,r16 ;Копирование результата r17←r16
    andi r16,0x03 ;наложение маски: обнуление всех бит, кроме 0 и 1
    andi r17,0xC0 ;наложение маски: Обнуление всех бит, кроме 6 и 7
    lsr r17 ;Логический сдвиг r17 вправо на 6 бит
    lsr r17
    lsr r17
    lsr r17
    lsr r17
    lsr r17
    add r16,r17 ;Сложение r16 и r17: r16←r16+r17
    out PORTD,r16 ;Вывод результата в порт D: PORTD←r16
    rjmp main ;возврат на main
;-----

```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Подключение стандартной библиотеки контроллера.

Строка `.include "m8535def.inc"` подключает библиотеку контроллера Atmega8535, которая содержит всю необходимую информацию о контроллере, а именно список регистров с их адресами, объемы памяти, список периферийных устройств и другие особенности.

0. Выбор сегмента кода и адреса начала написания программы.

Строки `cseg` и `.org 0` устанавливается начало сегмента кода на нулевой адрес.

0. Инициализация портов ввода/вывода.

Рассмотрим следующие строки программы:

```

ldi r16,0xFF
out DDRD,r16
clr r16
out DDRC,r16

```

Эти команды инициализируют порт C на ввод данных, а порт D- на вывод. Поскольку порт D необходимо инициализировать на вывод, в регистр `DDRD` требуется записать `0xFF` (1111 1111 в двоичном коде). Для этого сначала в регистр общего назначения `r16` записывается число `0xFF` (инструкция «`ldi`»), а затем содержимое этого регистра переписывается в регистр `DDRD` (инструкция «`out`»). Аналогичная операция производится с портом C.

0. Ввод данных и запись в регистры общего назначения. В главной программе согласно заданию необходимо, опросить состояние регистра `PINC` и выделить два числа: в первом хранятся два младших бита, во втором - два старших бита. Для этого вначале выполняется ввод, всего регистра `PINC` регистры `r16` и `r17`, (инструкции «`in`» и «`mov`»). Далее для корректного считывания чисел необходимо наложить, так называемые, маски на оба числа: в первом числе обнулить все биты кроме двух младших, во втором - все биты кроме двух старших. Это осуществляется с помощью команды «побитовое умножение» (инструкция «`andi`»): содержимое регистра `r16` перемножается с константой `0x03` (0000 0011), а регистра `r17` — с константой `0xC0` (1100 0000). Эти операции выполняются строками:

```
in r16,PINC
mov r17, r16
andi r16, 0x03
andir17,0xC0
```

0. Приведение переменных к одному весовому коэффициенту. Полученные значения переменных в регистрах r16 и r17 имеют разные весовые коэффициенты. Необходимо преобразовать число XX00 0000, содержащееся в r17, в число вида 0000 00XX. Для этого в программе используется 6 раз одна и та же инструкция логического сдвига вправо «lsr»содержимого регистра r17 на 1 бит.

0. После выполнения операции сдвига r17 можно произвести сложение r16 и r17 и вывод результата сложения на PORTD:

```
add r16,r17
out PORTD,r16
```

0. В конце программы ее необходимо «зациклить», т.е. вернуться на метку «main» для ее повторного выполнения:

```
rjmpmain
```

Пример 2 (текст программы см. ПРИЛОЖЕНИЕ).

Реализовать на микроконтроллере расчет логического уравнения:

$$D = A \cdot (\bar{A} \oplus B + C)$$

где A , B , C логические сигналы, поступающие на входы например, PA0 (0 бит порта A), PA1 (1 бит порта A), PA2 (2 бит порта A), а D результат решения логического уравнения, который выводится на 0 бит порта D.


```

;-----
; Программа для решения логического уравнения  $D=A*(NA\oplus B+C)$ 
; Входы:   A=PINA0
;          B=PINA1
;          C=PINA2
; Выход:   D=PORTD0

.include "m8535def.inc" ; Подключение библиотеки Atmega8535
.def A=r20              ; Объявление переменных и присвоение их имен
.def B=r21              ; регистрам общего назначения r20...r23
.def C=r22
.def D=r23

.cseg                  ; начало сегмента кода
.org 0

reset:                ; инициализация портов ввода/вывода
    ldi r16,0x01
    out DDRD,r16      ; PORTD0 - на вывод информации
    clr r16
    out DDRA,r16      ; PINA0 ...PINA2 - на ввод информации

main:
    in r16,PINA        ; Ввод значения PINA в PОН r16
    mov A,r16          ; Копирование r16 в регистры A, B, C
    mov B,r16
    mov C,r16
    andi A,0x01        ; Выделение 0 бита числа A
    andi B,0x02        ; Выделение 1 бита числа B
    andi C,0x04        ; Выделение 2 бита числа C
    lsr B              ; Сдвиг B вправо на 1 бит
    lsr C
    lsr C              ; Сдвиг C вправо на 2 бита
    mov r16,A          ; Копирование A в PОН r16
    com r16            ; Инверсия содержимого r16
    andi r16,0x01      ; Формирование числа NA
    eor r16,B          ; Расчет  $r16=NA\oplus B$ 
    or r16,C           ; Расчет  $r16=r16+C$ 
    and r16,A          ; Расчет  $r16=r16*A$ 
    out PORTD,r16      ; Вывод результата на PORTD0
    rjmp main          ; Возврат на main
;-----

```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Инициализация контроллера и переменных. Вначале выполняют инициализация микроконтроллера и присвоение имен A, B, C, Регистрам общего назначения r20 ... r23. Для этого используется директива «defA=r20»

```

.include "m8535def.inc"
.def A=r20
.def B=r21
.def C=r22
.def D=r23
.cseg . org 0

```

2. Инициализация портов ввода/вывода. В данной программе производится аналогично предыдущему примеру с следующими отличиями: порт D инициализирован на вывод только 1 младшего бита, порт A - полностью на ввод данных.

0. Ввод данных. В основной программе сначала в регистр r16 вводится значение порта A, затем это значение переписывается в регистры A, B и C, и далее «наложение» маски на эти регистры: в этих регистрах выполняется выделение только отдельных битов: в A - 0 бит, B - 1 бит, C - 2 бит:

```

in r16,PINA
mov A,r16

```



```

mov B,r16
mov C,r16
andi A,0x01
andi B,0x02
andi C, 0x04

```

4. Выравнивание весовых коэффициентов переменных. Биты в регистрах А, В, С имеют разные весовые коэффициенты, для их выравнивания выполняется смещение значений регистров В и С вправо на 1 и 2 бита соответственно.

5. Формирование инверсного значения переменной. Для формирования инверсного значения регистра А это значение копируется в регистр r16, далее оно инвертируется (инструкция «com») и опять выделяется только младший бит:

```

mov r16,A
com r16
and r16,0x01

```

1. Вычисление логического выражения и вывод данных. Логические операции выполняются согласно уравнению $D = A \cdot (A \cdot B + C)$, далее результат выводится на индикацию в порт Ди программа закидывается:

```

andr16,B
orr16,C
andr16,A
out PORTD,r16
rjmp main

```

Задание на выполнение

1. На базе примера №1 составить программу для вычисления:

- суммы двух 3-разрядных чисел;
- суммы двух 8-разрядных чисел;
- разности двух 2-разрядных чисел;
- разности двух 4-разрядных чисел.

2. Разработать логическую систему автоматизации - составить программу для своего варианта по реализации заданного логического уравнения, ввести программу в МК и проверить ее работоспособность на контроллере.

1. $PC3 = \overline{(PA0 + PA1)} \cdot PA3$	11. $PD5 = PA1 + PA2 \oplus PD0$
2. $PD4 = PB1 \oplus PB2 + PB3 \cdot PB4$	12. $PD3 = PB7 + \overline{PB6} \cdot \overline{PB5}$
3. $PD0 = PA1 + \overline{(PA2 \oplus PA3 \cdot PA4)}$	13. $PC3 = \overline{(PA0 + PB0)} + PD7$
4. $PD7 = PA7 \oplus PA6 \cdot PA5$	14. $PC0 = PD7 \oplus \overline{PD1 + PD2}$
5. $PC0 = \overline{(PA3 \cdot PA4)} + PA5$	15. $PA0 = PC0 \oplus \overline{PC1} \cdot PA7$
6. $PC7 = PD2 \oplus \overline{PD3 + PD4}$	16. $PC1 = PC2 + PC3 \cdot PC4$
7. $PD1 = (PC0 \cdot PC1) \oplus (PB0 \cdot PB1)$	17. $PA0 = PC0 \cdot PC1 + PD0 \oplus PD1$
8. $PC1 = PB2 + PB3 \cdot PB4$	18. $PD7 = PA0 \cdot PB1 \oplus PC2$
9. $PA1 = PC0 \oplus PC1 + PC6 \oplus PC7$	19. $PC1 = \overline{PA0} \cdot PA1 + PA3$
10. $PD7 = PD0 \cdot PD1 + PD2$	20. $PA7 = PB0 \oplus PB2 \cdot \overline{PB1} + PB3$

- Составить программу и проверить ее работоспособность в микроконтроллере, в которой число набранное в порт А изменяется (используя битовые операции) и выводится в порт С:

- а) увеличивается в 2 раза;
 - б) уменьшается в 4 раза;
 - в) выводится в обратном коде;
 - г) выводится в дополнительном коде.
0. Составить программу и проверить ее работоспособность в микроконтроллере, в которой вводится два четырехразрядных числа А (бит PA0...PA3 и В (биты PB0...PB3), результат выводится в порт С и выполняется следующая операция;
- а) арифметическая сумма чисел;
 - б) поразрядная логическая сумма;
 - в) арифметическое произведение чисел;
 - г) поразрядное логическое произведение;
 - д) арифметическая разность

Контрольные вопросы

1. Сколько портов имеет микроконтроллер ATmega8535?
2. Какие регистры определяют режим работы порта? Поясните их назначение
3. Определите регистры работы порта С если известно, что 2 бита порта работают на ввод данных, остальные на вывод.
4. Для каких целей используется директивы '.def', '.cseg', '.org'?
5. Какие инструкции по выполнению логических операций вы знаете?
6. Как наложить маску на считываемое значение регистра состояния?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Выполненное задание
3. Ответы на контрольные вопросы
4. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено

Лабораторное занятие №25.

Исследование работы регистра состояний SREG МК Atmega 8535

Цель работы: научиться применять биты регистра состояния при написании программ.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Рассмотрим практическое использование флагов регистра состояния на примере программы вычитания двух чисел: первое число задается младшим полубайтом порта A и имеет формат:

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
A=	0	0	0	0	PA3	PA2	PA1	PA0

второе число задается старшим полубайтом порта A и имеет формат:

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
B=	PA7	PA6	PA5	PA4	0	0	0	0

Результат должен выводиться в следующем виде:

- младшие 4 разряда порта C - модуль разности (A-B);
- старший бит порта C - знак результата.

```
//-----
#include "m8535def.inc" ;подключение библиотеки ATmega8535
.cseg ;начало сегмента кода

.org 0
ldi r16,0xFF ;инициализация портов ввода/вывода
out PORTA,r16 ;порт A - на ввод информации
out DDRC,r16 ;порт C - на вывод информации

main:
in r16,PINA ;ввод данных PINA в PCH r16
mov r17,r16 ;копирование r16 в r17
andi r16,0x0F ;выделение числа A
andi r17,0xF0 ;выделение числа B
clr r18 ;очистка PCH r18

m1:
lsr r17 ;сдвиг r17 на 4 разряда вправо
inc r18
cpi r18,0x04
brne m1
sub r16,r17 ;выполнение вычитания r16-r17 (A-B)
brmi m2 ;если в результате установлен флаг N, то
;осуществляется переход на метку m2
rjmp m3 ;иначе - переход на метку m3

m2:
com r16 ;инверсия результата
inc r16 ;увеличение результата на +1
ori r16,0x80 ;прибавление к результату сигнала «знак»

m3:
out PORTC,r16 ;вывод результата на PORTC
rjmp main ;и возврат на main
//-----
```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Инициализация портов ввода/вывода: порт A - на ввод, порт C - на вывод информации:

```
ldi r16,0xFF
out PORTA,r16
out DDRC,r16
```

0. В начале основного цикла производится опрос регистра PINAприведение чисел к одному виду:

- результат заносится в регистр r16 (**inr16, pina**)и r17 (**movr17, r16**);
- затем в регистре r17 осуществляется сдвиг числа на 4 разряда вправо для того, чтобы преобразовать его из числа вида «XXXX0000» в число «0000 XXXX»:

main:

```
in r16,PINA
```

```

mov r17,r16
andi r16,0x0F
andi r17,0xF0
clr r18

```

m1:

```

lsr r17
inc r18
cpi r18,0x04
brne ml

```

0. Операция вычитания, после выполнения которой флаги в регистре SREG выставляются определенным образом:

```
sub r16, r17
```

0. Для обработки результатов вычитания необходимо проверить флаг отрицательного значения N:

- если он отсутствует, то результат - положительное число и его сразу можно выводить на индикацию;
- если же флаг N установлен, то результат - отрицательное число, и перед выводом на индикацию-необходимо выделить его модуль:

```
brmim2
rjmpm3 .

```

Команда brmim2 осуществляет проверку флага N. Если он установлен, осуществляется переход на метку m2, при переходе на которую осуществляется выделение модуля числа. Если флаг N не установлен, выполняется следующая за командой директива rjmpm3. По этой команде выполняется переход на метку m3, по которой осуществляется вывод результата на индикацию.

0. При переходе на метку m2 результат сначала инвертируется (comr16), а затем к нему прибавляется +1 (incr 16). Таким образом, осуществляется выделение из дополнительного кода модуля результата вычитания:

m2:

```

comr16
incr16
orir16,0x80

```

m3:

```

out PORTC, r16
rjmpmain

```

Командой orir16, 0x80 осуществляется установка сигнала «Знак» в старшем разряде регистра r16, который затем выдается на индикацию на PORTCoutportc,r16. После этого основной цикл программы замыкается.

Задание (одно на выбор)

1. Используя логические операции и биты регистра состояния реализовать на микроконтроллере схему:
 - полусумматора;
 - полного одноразрядного сумматора.
0. Используя биты регистра состояния вычислить модуль разности двух 5-ти разрядных чисел.
0. Используя биты регистра состояния реализовать компаратор: сравниваются два 4-х разрядных числа (порты A и B): если равны – включается 0 бит порта D, если первое число больше – 1 бит, если второе – 2 бит.
0. Используя бит хранения информации регистра состояния реализовать
 - RS-триггер;
 - D-триггер;
 - T-триггер

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.

2. Выполненное задание с комментариями (работоспособность программы демонстрируется на стенде)

3. Вывод по работе (указать какие флаги были использованы и почему)

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено

Лабораторное занятие №26.

Разработка программы для организации программной задержки (с использованием стека)

Цель работы: научиться применять стек при организации программной задержки.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;

- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Программная задержка

Одним из наиболее наглядных применений указателя стека является реализация программной задержки времени.

В микроконтроллере ATmega8535 присутствуют три таймера, с помощью которых можно достаточно просто реализовать любую временную задержку. Однако простейшую программную задержку необходимо уметь реализовывать без использования дополнительных аппаратных средств микроконтроллера.

Суть программной задержки состоит в том, чтобы заставить процесс выполнять циклически одно и то же действие, например, инкремент какого-то числа от нуля до максимума, с дальнейшим переходом при окончании выполнения этого действия к дальнейшему выполнению программы.

Ввиду того, что процессор производит операции с большой скоростью, для сколько-нибудь ощутимой задержки приходится производить операции большими числами.

Пусть нам задан некоторый элемент программы. Рассчитаем примерное время исполнения этого элемента (в комментариях прописано количество тактов процессора для выполнения данной инструкции):

```

//-----
    clr r16          ; 1 такт процессора
ml:   ; не выполняется, нет задержки
    inc r16          ; 1 такт процессора
    cpi r16,0x20      ; 1 такт процессора
    brne met_1       ; 2 такта процессора, если условие выполняется
                        ; (переход к метке ml) и 1 такт процессора,
                        ; если условие не выполняется (выход из цикла)
//-----

```

В программе значение регистра РОН r16 увеличивается на 1, пока значение в r16 не достигнет значения 0x20 (десятичное число 32). При этом постоянно идет возврат на метку ml, и только после того, как значение, записанное в r16, достигает значения 0x20, разрешается выполнение последующих команд программы. Таким образом, в программе реализован цикл по переменной **r16**, время исполнения которого она «ничего не делает», т.е. как бы «зависает» некоторое время. Это процесс и называется *программной задержкой*.

Зная время выполнения команд (прил. 1) можно рассчитать время исполнения любой части программы. Рассчитаем время исполнения рассмотренной части программы.

При попадании в цикл суммарное количество тактов процессора будет N, то есть при подсчете чисел от 1 до 32 суммарное количество тактов будет равняться $N=4 \cdot 32=128$. После этого необходимо вычесть один цикл, который остался неучтенным при выполнении ложного условия **brnem**et_1 в конце подсчета r16 и прибавить один такт на выполнение команды **clr**r16. Итого, суммарное количество тактов равно: $N=4 \cdot 32-1+1=128$.

Если умножить полученное число на время выполнения одного такта процессора, которое обратно частоте колебаний кварцевого резонатора f_{osc} (в нашем случае - 8 МГц), то можно найти время задержки T_z :

$$T_z = N \cdot 1 f_{osc} = 128 \cdot 18 \cdot 106 = 16 \text{ мкс}$$

Для реализации более существенных временных задержек приходится иметь дело с большими числами или вложенными циклами. Пример программной задержки с применением вложенных циклов приведен далее.

Пример. Написать программу бегущего огня на PORTC. При этом время задержки между переключениями разрядов порта задается с помощью программной задержки.


```

;-----
.include "m8535def.inc" ;стандартная библиотека Atmega 8535
.cseg ;начало сегмента кода
.org 0
    ldi r16,$5f ;размещение вершины стека по адресу
    ldi r17,$02 ;старшей ячейки ОЗУ
    out spl,r16
    out sph,r17
    ldi r16,0xFF ;инициализация портов ввода/вывода
    out DDRC,r16 ;PORTC – на вывод
    ldi r16,0x01 ;занесение в PCH r16 числа 1
main: ;начало главной программы
    out PORTC,r16 ;вывод на PORTC значения r16
    in r17,SREG ;сохранение регистра SREG
    rcall delay1 ;вызов подпрограммы задержки
    out SREG,r17 ;восстановление SREG после возврата
    rol r16 ;циклический поворот r16 вправо
    rjmp main ;возврат на main
delay1: ;подпрограмма №1
    clr r18 ;очистка регистра r18
met1:
    rcall delay2 ;переход на 2 подпрограмму - delay2
    inc r18 ;инкремент r18
    cpi r18,0x10 ;сравнение значения r18 с числом 16
    brne met1 ;если значение в r18≠15, то переход на met1
    ret ;иначе – возврат в основную программу
delay2: ;подпрограмма №2
    clr r19 ;очистка регистра r19
met2:
    rcall delay3 ;переход на 3 подпрограмму - delay3
    inc r19 ;инкремент r19
    cpi r19,0xFA ;сравнение значения r19 с числом 250
    brne met2 ;если значение в r19≠255, то переход на met2
    ret ;иначе – возврат в подпрограмму №1

```

Рассмотрим программу более подробно.

1. В начале программы вершина стека помещается по адресу последней ячейки ОЗУ:

```
ldi r16,$5F
```

```
ldi r17,$02
```

```
out spl,r16
```

```
out sph,r17
```

0. Инициализируется порт ввода/вывода C, а регистру r16 присваивают значение r16=0x01 (начальная позиция бегущего огня):

```
ldi r16, 0xFF
```

```
out DDRC,r16
```

```
ldi r16,0x01
```

0. В главной программе значение регистра r16 выводится на индикацию PORTC, после чего вызывается подпрограмма задержки (**rcall delay**), по прошествии которой значение r16 сдвигается на один разряд вправо (**rol r16**). Далее программа замыкается:

main:

```
out PORTC,r16
```

```
in r17,SREG
```

```
rcall delay
```

```
out SREG,r17
```

```
rol r16
```

```
rjmp main
```

Здесь необходимо отметить, что перед вызовом подпрограммы задержки значение регистра SREG необходимо сохранить, так как иначе в результате выполнения подпрограммы этот регистр может изменить свое значение. После возврата подпрограммы значение SREG восстанавливается.

0. Подпрограмма задержки реализована по принципу, рассмотренному выше. В подпрограмме реализованы вложенные циклы:

delay1:

```
clr r18
met1:
rcall delay2
inc r18
cpi r18,0x10
brne met1
ret
```

delay2:

```
clr r19
met2:
rcall delay3
inc r19
cpi r19,0xFA
brne met2
ret
```

delay3:

```
clr r20
met3:
inc r20
cpi r20, 0xFA
brne met3
ret
```

Так, при входе в первый цикл, ограниченный меткой **met1** условием **brnemet1**, перед инкрементом регистра r18 происходит вызов подпрограммы **delay2**, в которой данная операция повторяется (выполняется второй цикл, вложенный в первый) и осуществляется переход на подпрограмму **delay3**, в которой выполняется третий цикл, вложенный во второй. Таким образом, сначала происходит выполнение цикла в подпрограмме **delay3** (инкремент регистра r20 по метке **met3**), потом - цикла в подпрограмме **delay2** (инкремент r19 по метке **met2**), после чего снова осуществляется переход на **delay1**(инкремент r18 по метке **met1**) и т.д..

Дисассемблирование программы

При оформлении отчета по проделанной работе необходимо произвести дисассемблирование написанной программы. Дисассемблирование представляет собой инструмент AVRStudio, благодаря которому можно увидеть работу программы, включая указатель стека и счетчик команд.

Дисассемблирование программы выполняется выбором в меню View AVR Studio пункта *Disassembler*. В этом случае на экране появляется программа, в которой указывается адрес каждой команды и необходимая служебная информация.

Одновременно на экран необходимо вывести окно контроля содержимого памяти *Toggle memory window* (для вызова набрать комбинацию Alt+0), в котором необходимо выбрать память данных (*Data*). В конце области этой памяти будет располагаться указатель стека.

В отчете по работе необходимо привести таблицу дисассемблера со значениями, записанными в стеке во время исполнения программы (ее первого прохода). В таблице необходимо указать:

- все инструкции и метки программы;
- адрес памяти всех инструкций;
- текущее значение указателя стека во время исполнения программы;
- значения всех ячеек ОЗУ, в которые записывается стек, во время исполнения программы (первого прохода). Пример такой таблицы приведен в табл. 1.

Таблица 1: Дисассемблер программы со стеков

Адрес	Команда /	Указател	Стек (ячейки ОЗУ)

памяти программ	метка	Ь стека SPHiSPL	025A:025 B	025C:025 D	025E:025 F
+00000000	ldi r16,\$5F	00 00	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000001	ldi r17, \$02	00 00	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000002	out spl,r16	00 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000003	out sph,r17	02 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000004	ldi r16,0xFF	02 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000005	out DDRC,r16	02 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000006	ldi r16,0x01	02 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
	main:				
+00000007	out PORTC,r16	02 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000008	in r17,SREG	02 5F	FF: FF	FF: FF	FF: FF
+00000009	rcall delay1	02 5D	FF: FF	FF: FF	00: 0A
+0000000A	out SREG, r17	02 5F	00:15	00: 0F	00: 0A
+0000000B	rol r16	02 5F	00:15	00: 0F	00: 0A
+0000000C	rjmp main	02 5F	00:15	00: 0F	00: 0A
	delay1:				
+0000000D	clr r18	02 5D	FF: FF	FF: FF	00: 0A
	met1:				
+0000000E	rcall delay2	02 5B	FF: FF	00: 0F	00: 0A
+0000000F	inc r18	02 5D	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000010	cpi r18,0x10	02 5D	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000011	brne met1	02 5D	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000012	Ret	02 5F	00:15	00: 0F	00: 0A
	delay2:				
+00000013	clr r19	02 5B	FF: FF	00: 0F	00: 0A
	met2:				
+00000014	rcall delay3	02 59	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000015	inc r19	02 5B	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000016	cpi r19,0xFA	02 5B	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000017	brne met2	02 5B	00:15	00: 0F	00: 0A
+00000018	Ret	02 5D	00:15	00: 0F	00: 0A
	delay3:				
+00000019	clr r20	02 59	00:15	00: 0F	00: 0A
+0000001A	inc r20	02 59	00:15	00: 0F	00: 0A
+0000001B	cpi r20,0xFA	02 59	00:15	00: 0F	00: 0A
+0000001C	brne met3	02 59	00:15	00: 0F	00: 0A
+0000001D	ret	02 5B	00:15	00: 0F	00: 0A

Задание на выполнение

1. Разработать программу «бегущий огонь» с заданной по вариантам программной задержкой, которая изменяется в зависимости от состояния входов.
Варианты программы «бегущий огонь» представлены в таблице.

№ вар.	1 такт	2 такт	3 такт	4 такт
1	PD0, PD1 - 2 с	PD1, PD2 - 1 с	PD2, PD3 - 0,5 с	–
2	PA0...PA3 - 0,1 с	PA4...PA7 - 0,2 с	PC0...PC3 - 0,3 с	PC4...PC7 - 0,4 с
3	PC0 - 0,5 с	PC2 - 0,5 с	PC4 - 1,5 с	PC6 - 1,5 с
4	PB0 - 1 с	Нет - 0,5 с	PB1 - 1 с	Нет - 0,5 с
5	PC7 - 5 с	PC6, PC7 - 5 с	PC5...PC7 - 5 с	PC4...PC7 - 5 с
6	PA0 - 2 с	PA1 - 4 с	–	–
7	PC0...PC3 - 10 с	PC1...PC4 - 10 с	PC2...PC5 - 10 с	–
8	PD7, PC7 - 0,5 с	Нет - 2 с	PD0, PC0 - 0,5 с	Нет - 2 с
9	PC0 - 0,2 с	PC1 - 0,2 с	PC2 - 0,2 с	Нет - 1 с
10	PA0...PA3 - 0,1 с	Нет - 0,2 с	PA4...PA7 - 0,1 с	Нет - 0,2 с
11	Порт D - 5 с	Нет - 1 с	Порт C - 5 с	–
12	PA3 - 2 с	Нет - 4 с	–	–
13	PC7 - 1 с	Нет - 5 с	PC6 - 1 с	Нет - 5 с
14	PA0...PA3 - 2 с	Нет - 1 с	PD0...PD3 - 2 с	–
15	PC0...PC3 - 0,1 с	PC1...PC3 - 0,1 с	PC2...PC3 - 0,1 с	PC3 - 0,5 с
16	Порт D - 2 с	Порт A - 2 с	Нет - 4 с	–
17	PC0...PC2 - 2 с	PC1...PC3 - 2 с	PC2...PC4 - 2 с	Нет - 5 с
18	Порт A - 0,1 с	Нет - 1 с	Порт C - 0,1 с	Нет - 1 с
19	PC0 - 0,1 с	PC1 - 0,1 с	PC2 - 0,1 с	Нет - 0,5 с
20	PB0 - 5 с	PB1 - 2,5 с	PB2 - 1,25 с	Нет - 5 с
21	PD7 - 1 с	PD6 - 1 с	PD0...5 - 5 с	–
22	PA6 - 1 с	PA7 - 4 с	–	–
23	PC0, PC3 - 2 с	PC1, PC4 - 2 с	Нет - 5 с	–
24	PD4...PD7 - 2,5 с	Нет - 5 с	PD0...PD3 - 2,5 с	Нет - 5 с
25	Нет - 1,5 с	Порт C - 0,5 с	Нет - 1,5 с	Порт A - 1,5 с
26	PB0 - 5 с	Нет - 10 с	–	–
27	PC6,7 - 2 с	PC4, PC5 - 2 с	PC2...PC3 - 2 с	PC0...PC1 - 4 с
28	PA0...PA3 - 2 с	PA4...PA7 - 2 с	PA0...PA7 - 2 с	Нет - 6 с
29	PD0, PD2, PD4 - 5 с	PD1, PD3, PD5 - 5 с	Нет - 10 с	–
30	PC0 - 1,5 с	PC1 - 3 с	PC2 - 4,5 с	–

Примечание: символ «-» обозначает что такт отсутствует, например, в 7 варианте программа выполняется только за 3 такта.

Контрольные вопросы

1. Поясните назначение стека.
2. В каких случаях в программе необходимо выполнять инициализацию стека?
3. Что произойдет с программой, если определить следующие значения указателя стека:
 - а) SPH=0, SPL=0
 - б) SPH=0, SPL=0x5F
 - в) SPH=0x02, SPL=0
4. Каким образом посчитать время исполнения инструкции? Части программы?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Выполненное задание с комментариями (работоспособность программы демонстрируется на стенде):
 - листинг программы;
 - дизассемблированную программу;
 - алгоритм;
 - представить расчет времени задержки по количеству команд;
 - представить таблицу значений стека во время исполнения программы.
3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к

неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №27.

Организация работы 8-ми разрядного таймера в режиме ШИМ

Цель работы: разработка программы управления светодиодами с использованием параллельного порта МК

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
 - использовать выбранную среду программирования;
 - применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
 - использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
 - применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
 - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
 - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
 - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
 - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Рассмотрим применение таймера на примере программы, в которой таймер ТО работает в режиме быстрого ШИМ. В зависимости от состояния битов порта А регулируется яркость светодиода, подключенного к выходу ШИМ таймера ТО. Логическим сигналом с 0 бита порта DШИМ изменяется с инвертирующего на неинвертирующий

```

; ШИМ на таймере T0
; входы:
;   PORTA0...PORTA7   - задание уставки таймера
;   PORTD0             - инвертирующий (1)/неинвертирующий (0) ШИМ
; выходы:
;   PORTB3             - ШИМ на таймере T0

.include "m8535def.inc" ; подключение стандартной библиотеки
.cseg                  ; начало сегмента кода
.org $0                ; по адресу 0
rjmp reset             ; и переход на reset

reset:
    ldi r16,0x01        ; инициализация портов ввода вывода.
    out PORTD,r16       ; PORTD0 - на ввод информации
    clr r16
    out DDRD,r16
    ldi r16,0xFF
    out PORTA,r16       ; PORTA - на ввод информации
    clr r16
    out DDRA,r16
    out PORTB,r16
    ldi r16,0x08
    out DDRB,r16        ; PORTB3 - на вывод информации
    clr r16
    out TCCR0,r16       ; сброс регистра управления таймера T0
    out OCR0,r16        ; сброс регистра сравнения таймера T0
    out TCNT0,r16       ; сброс регистра счета таймера T0
    ldi r16,0x69        ; установка режима быстрого неинвертирующего
    out TCCR0,r16       ; ШИМ таймера T0
main:
    in r16,PINA         ; считывание значений порта ввода/вывода PORTA
    out OCR0,r16        ; и его отправка в регистр сравнения таймера T0
    in r16,PIND         ; считывание значений порта ввода/вывода PORTD
    andi r16,0x01       ; и выделение бита PORTD0
    cpi r16,0x01        ; Если PORTD0=1
    breq met1          ; то переход на метку met1
    ldi r17,0x69        ; иначе запись в r17 значения для неинверт. ШИМ
    rjmp met2           ; и переход на метку met2
met1:
    ldi r17,0x79        ; По метке met1
                      ; запись в r17 значения для инвертирующего ШИМ

met2:
    ; По метке met2
    out TCCR0,r17       ; установка заданного режима работы таймера T0
    rjmp main          ; и возврат на main

```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Инициализации портов ввода/вывода в соответствии с поставленным заданием:

```

ldi r16,0x01
out PORTD,r16
clr r16
out DDRD,r16
ldi r16,0xFF
out PORTA,r16
clr r16
out DDRA,r16
out PORTB,r16

```

```
ldi r16,0x08
out DDRB,r16
```

0. Инициализация таймера Т0 на заданный режим работы:

```
clr r16
out TCCR0, r16
out OCR0,r16
out TCNT0,r16
ldi r16, 0x69
out TCCR0,r16
```

Сначала очищаются все регистры таймера (**clr r16; out TCCR0, r16; out OCR0, r16; out tcnt0, r16**). После этого в регистр управления TCCR0, в соответствии с табл. 1 записываются необходимые комбинации управляющих бит. Установкой WGM01=1, WGM00=1 выбирается режим быстрого ШИМ; установкой COM01=1, COM00=0 выбирается режим неинвертирующего ШИМ; биты CS02:CS01:CS00=001 определяют работу таймера без делителя частоты процессора clk/1.

0. В начале цикла происходит считывание данных с порта А и их запись в регистр сравнения таймера Т0:

main:

```
in r16,PINA
out OCR0,r16
```

0. После этого производится опрос порта D и выделение младшего значащего бита:

```
inr16,PIND
andir16,0x01
```

0. Сравнение PORTDO с логическими уровнями 0 и 1:

```
cpir16,0x01
breqlmet1
ldir17,0x69
rjmpmet2
```

met1:

```
ldir17,0x79
```

Если в результате сравнения (cpir16,0x01) PORTDO=1, то происходит переход на метку met1, по которой в регистр r17 записывается значение, которое необходимо записать в регистр управления TCCR0 таймера Т0 для реализации инвертирующего ШИМ (ldir17,0x79). Иначе в r17 производится запись значения TCCR0 для неинвертирующего ШИМ (ldir17, 0x69).

0. При переходе на метку met2 происходит запись полученного в r17 значения в регистр управления TCCR0 таймера Т0 и закливание программы:

met2:

```
out TCCR0,r17
rjmp main
```

Подробное рассмотрение программы показывает, что при использовании в таймере режима ШИМ пользователь может не использовать прерывания по совпадению и переполнению таймера, так как в режиме ШИМ все действия таймер делает автоматически. Это существенно облегчает организацию программы и уменьшает ее размер.

Задание на выполнение

Составить программу для своего варианта, которая реализует вывод сигнала с ШИМ с изменением скважности для заданных таймеров по коду входных сигналов (биты задания).

Варианты задания (Условные обозначения: Б - быстрый ШИМ, Ф - фазовый ШИМ, П - прямой ШИМ, И - инверсный)

№ вар	Таймер (ы), канал (ы)	Режим	Диапазон частот ШИМ	Входы (биты)	Биты задания, количество дискретных значений, диапазон изменения скважности
1	T2	Б/ПиИ	[1000, 10000]	PA7-переключает между ПиИ	PC5...PC7, 8 положений, 0...0,5

2	T0 и T2	Ф/И	[1000, 10000]	РАО- включает таймер ТО или T2	РА4...РА7,16 положений, 0,1... 0,9
3	T0	Б/И	[100,1000]	РС5 - меняет частоту ШИМ	Порт А, 256 положений, 0... 1
4	T0 и T2	Ф/ПиИ	[200,1000]	Одновременно работают 2 канала	РС0...РС3, 16 положений, 0...0,75
5	T2	БиФ/ПиИ	<200	РАО-БиФ РА7 -ПиИ	РС0...РС4, 32 положения, 0,2...0,8
6	T0 и T2	Б/П	>10000	РАО - вкл ТО РА1 - вкл T2	РВ0...РВ2, 8 положений, 0...1
7	T0	Ф/И	>10000	РСО-вкл/откл	РАО...РА3, 16 положений, 0...1
8	T0	ФиБ/И	<200	РА4 - переключает между ФиБ	Порт С, 256 положений, 0...1
9	T2	Б/П	[1000, 10000]	РС1 - изменяет частоту ШИМ	РА2. . .РА3, 4 положения, 0...0.5
10	T0 и T2	Ф/ПиИ	[1000, 10000]	РС7 - выбирает ТО или T2	РС0...РС5, 64 положения, 0...1
11	T0 и T2	Б/И	[200, 1000]	РА0-0, РА1-T0, РА2-T2,РА3-ТО и T2	РС4...РС7, 16 положения, 0... 1
12	ТО	Ф/П	[30, 35000]	РС0...РС2 - 6 частот ШИМ	Порт А, 256. положения, 0...0.5
13	T2	Б/ПиИ	<200	РАО - выбор ПиИ	РА2...РА5, 16 положений, 0...1
14	ТО и T2	Ф/П	>10000	РА0=0-ТО и T2 выкл РА0=1-ТО и T2 вкл	РС3...РС5, 8 положений, 0... 0.75
15	ТО	Б/И	>10000	РС7- выкл/вкл	РВ0...РВ3, 16 положений, 0...0.8
16	ТО и T2	Ф/ПиИ	<200	РАО- меняет режим сПнаИ ТО и T2 одновременно	РА3...РА7,32 • положения, 0;...1
17	T2	Б/И	[1000, 10000]	РВ3 - вкл/выкл выход таймера	РВ0...РВ2,'8 положений. 0...1
18	T0иT2	ФиБ/ П иИ	[1000, 10000]	РА7- ФиБ РА6- ПиИ	РАО...РА3, 16 положений, 0...0.5
19	ТО и T2	Б/П	[200, 1000]	РА4-T0 РА5-T2	РС1...РС3,? положений, 0,1... .6.9
20	ТО	ФиБ/И	[200, 1000]	РАО - вкл/выкл ТО РА1 - Б и Ф	РА4...РА7,16 положений, 0,25... 1
21	T2	Б/ПиИ	<200	РСО-ПиИ	РВ0...РВ4,32 положений, 0... 1
22	ТО и T2	Ф/ПиИ	>10000	РА3- вкл ТО или T2	РА3...РА7,32 ' положений, 0...0.8
23	ТО	Б/И	>10000	РАО- частота ШИМ	РС, 256 положений, 0...1
24	T0иT2	Ф/ПиИ	<200	РАО - выбор ТО или T2, РА1 - выбор П или И	РА5...РА7,8 положений, 0,2...0,9
25	ТО и T2	ФиБ/ ПиИ	[1000, 10000]	РС6 - выбор Ф или В, РС7 - выбор П или И	РВ0...РВ2, 8 положений, 0...0.75

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.

2. Выполненное задание с комментариями (работоспособность программы

демонстрируется на стенде):

- исходное задание;
- функциональную схему;
- представить расчет скважности, настройку таймера
- запись данных (скважности) в ОЗУ или ПЗУ;

- листинг программы;
- дизассемблированную программу;
- алгоритм;
- представить таблицу значений стека во время исполнения программы.

3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №28.

Организация работы 8-ми разрядного таймера в режиме создания временных интервалов

Цель работы: разработка программы управления светодиодами с использованием параллельного порта МК

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Рассмотрим применение таймера на примере программы, осуществляющей инкремент какого-либо регистра до значения, заданного на входе порта D, при этом содержимое регистра выводится с интервалом 500 мс в порт C.

```

;-----
;Программа вывода в PORTC с периодом 500 мс увеличивающегося значения
;двоичного кода до значения, заданного на входах PIND.
;Входы:
;PD0...PD7 - задание максимального значения числа
;PC0...PC7 - индикация результата
.include "m8535def.inc" ;подключение библиотеки контроллера
.cseg ;начало сегмента кода
.org $0 ;по адресу 0
    rjmp reset ;переход на метку reset.
.org $13 ;адрес обработки прерывания по совпадению T0
    rjmp T0_compare ;и переход по этому адресу в случае
                    ;возникновения прерывания
                    ; инициализация стека
reset:
    ldi r16, low(RAMEND) ;запись в указатель стека адреса конца
    ldi r17, high(RAMEND) ;памяти данных
    out spl, r16
    out sph, r17
    ; инициализация портов
    ldi r16, 0xFF ;инициализация портов ввода/вывода:
    out PORTD, r16 ;порт D - на ввод
    out DDRC, r16 ;порт C - на вывод
    clr r16
    out DDRD, r16
    out PORTC, r16
    ; инициализация и запуск таймера T0
    ldi r16, 0x00 ;обнуление регистров таймера T0:
    out TCCR0, r16 ;регистра управления TCCR0
    out TCNT0, r16 ;регистра счета TCNT0
    ldi r16, 0x4E ;запись в регистр сравнения OCR0 числа 0x4E
    out OCR0, r16 ;соответствующего уставке 10 мс
    ldi r16, 0x05 ;запуск таймера T0 с предделителем clk/1024
    out TCCR0, r16 ;в нормальном режиме работы
    ; разрешение работы прерывания
    ldi r16, 0x02 ;для работы прерывания по совпадению T0
    out TIMSK, r16 ;накладывается маска OCIE0 в регистре TIMSK

```

```

    clr r16          ;необходимые в программе регистры
    clr r17          ;предварительно очищаются
    clr r18
    sei             ;глобальное разрешение прерываний
main:               ;основная часть программы
    rjmp main       ;пустой цикл
                ; обработчик прерывания
T0_compare:        ;при совершении прерывания по совпадению T0
    cli             ;глобальный запрет прерываний
    in r24,SREG      ;сохранение регистра SREG
    clr r16          ;обнуление счетного регистра TCNT0
    out TCNT0,r16
    inc r17          ;инкремент ПОН r17
    cpi r17,0x32     ;сравнение r17 с уставкой 0x32 (50)
    brne quit        ;если r17 не равен уставке, то переход на
quit               ;
    clr r17          ;иначе очистка r17
    in r16,PIND       ;ввод данных, содержащихся на PIND
    cp r16,r18        ;и сравнение ПОН r16 с регистром счета r18
    brpl met_1       ;если r16>r18, то переход на met_1
    clr r18          ;иначе очистка регистра счета r18
met_1:             ;
    out PORTC,r18     ;далее - вывод на индикацию r18
    inc r18          ;и инкремент регистра счета
quit:              ;
    out SREG,r24      ;восстановление регистра SREG
    sei             ;глобальное разрешение прерываний
    reti             ;выход из подпрограммы прерываний
;-----

```

Рассмотрим особенности программы.

1. Строками программы

.org\$13

rjmp T0_compare

выполняется инициализация адреса памяти, по которому начинается подпрограмма обработки прерывания по совпадению таймера T0. Адреса подпрограмм обработки прерываний для каждого микроконтроллера заданы жестко и изменению не подлежат. Таблица адресов приведена в приложении.

0. В программе используется стек. Это связано с использованием в программе прерывания и необходимости сохранения в стеке адреса возврата из прерывания в основную программу. Поэтому вначале программы инициализируются регистры указателя стека SPH:SPL.
0. Для использования таймера T0 вначале необходимо выполнить его инициализацию. Для этого выполняются:
 - обнуление счетного регистра TCNT0 и регистра управления TCCR0;
 - устанавливается значение уставки в регистр сравнения OCR0.

Выполним расчет уставки. В случае данной программы получить уставку 500 мс на таймере не получается, так как даже при делителе clk/1024 максимальная уставка таймера равняется:

$$T_{уст} = \left(\frac{8000000}{1024} \right)^{-1} \cdot 256 = 32,768 \text{ мс}$$

Как реализовать на таймере T0 уставку большую значения 32,768 мс? Один из вариантов считать количество прерываний таймера. Например, для получения уставки 500 мс можно запрограммировать таймер на уставку 10 мс и производить подсчет срабатываний таймера — каждое 50-е срабатывание таймера будет соответствовать времени $T_{уст} = 50 \cdot 10 \text{ мс} = 500 \text{ мс}$. Рассчитаем значение уставки таймера в 10 мс при делителе clk/1024:

$$OCR0 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{8000000}{1024} = 78,125.$$

Таким образом, округленное значение, записываемое в регистр сравнения OCR0, равно 78 (0x4E).

- запуск таймера. Выполняется установкой коэффициента делителя равного 1024, после этого таймер запускается в работу в нормальном режиме.
0. Разрешение работы прерывания по совпадению таймера T0. Для этого:
 - в регистре масок прерываний таймеров TIMSK устанавливается в единичное значение 1 бит для разрешения прерывания по совпадению таймера;
 - разрешается работа всех прерываний (инструкция **sei**) путем записи логической «1» в старший бит регистра SREG.

Основная программа

0. Основной цикл **main** пустой, т.к. не содержит никаких операторов.
0. Выполнение обработчика прерывания. При наступлении прерывания по совпадению T0 осуществляется переход из любого места основной программы (в данном случае только из строки **rjmp main**) по адресу обработки прерывания, указанному в строке **rjmp t0_compare**. После этого:
 - запрещаются все прерывания (**cli**); которые разрешаются только по окончании обработки прерывания;
 - сохраняется значение регистра SREG (**inr24, sreg**), который при выходе из подпрограммы восстанавливается (**outsreg, R24**);
 - обнуление счетного регистра таймера T0;
 - счет количества срабатываний прерывания таймера. Регистр r17 постоянно инкрементируется и если его значение не совпадает с уставкой 0x32 (десятичное значение равно 50) (инструкция **cpi r17, 0x32**) происходит выход из подпрограммы обработки прерывания (**brnequit**);

- при совпадении значения регистра r17 с уставкой 0x32, т.е. каждые 500 мс счетчика прерываний обнуляется (clr r17), считываются данные с порта D (inrl6, PiND), выполняется сравнение с регистром счета r18 (cp r16, r18).
- если уставка, заданная на PiND, меньше, чем текущее значение r18, то r18 обнуляется. После этого значение r18 выводится на PORTC (outPORTC, r18) и значение этого регистра инкрементируется;
- в конце подпрограммы вновь разрешаются прерывания (инструкция sei) и завершается обработка прерывания (инструкция reti) и выполняется.

Задание на выполнение

1. С использованием таймера T0 составить программу «бегущий огонь» по вариантам с включением заданных выходов портов, периодами их включения и изменениями в тактах работы.

Варианты программы «бегущий огонь»

Примечание: символ «-» обозначает что такт отсутствует, например, в 1 варианте программа выполняется только за 3 такта.

№ вар.	1 такт	2 такт	3 такт	4 такт
1	PD0, PD1 – 2 с	PD1, PD2 – 1 с	PD2, PD3 – 0,5 с	–
2	PA0...PA3 – 0,1 с	PA4...PA7 – 0,2 с	PC0...PC3 – 0,3 с	PC4...PC7 – 0,4 с
3	PC0 – 0,5 с	PC2 – 0,5 с	PC4 – 1,5 с	PC6 – 1,5 с
4	PB0 – 1 с	Нет – 0,5 с	PB1 – 1 с	Нет – 0,5 с
5	PC7 – 5 с	PC6, PC7 – 5 с	PC5...PC7 – 5 с	PC4...PC7 – 5 с
6	PA0 – 2 с	PA1 – 4 с	–	–
7	PC0...PC3 – 10 с	PC1...PC4 – 10 с	PC2...PC5 – 10 с	–
8	PD7, PC7 – 0,5 с	Нет – 2 с	PD0, PC0 – 0,5 с	Нет – 2 с
9	PC0 – 0,2 с	PC1 – 0,2 с	PC2 – 0,2 с	Нет – 1 с
10	PA0...PA3 – 0,1 с	Нет – 0,2 с	PA4...PA7 – 0,1 с	Нет – 0,2 с
11	Порт D – 5 с	Нет – 1 с	Порт C – 5 с	–
12	PA3 – 2 с	Нет – 4 с	–	–
13	PC7 – 1 с	Нет – 5 с	PC6 – 1 с	Нет – 5 с
14	PA0...PA3 – 2 с	Нет – 1 с	PD0...PD3 – 2 с	–
15	PC0...PC3 – 0,1 с	PC1...PC3 – 0,1 с	PC2...PC3 – 0,1 с	PC3 – 0,5 с
16	Порт D – 2 с	Порт A – 2 с	Нет – 4 с	–
17	PC0...PC2 – 2 с	PC1...PC3 – 2 с	PC2...PC4 – 2 с	Нет – 5 с
18	Порт A – 0,1 с	Нет – 1 с	Порт C – 0,1 с	Нет – 1 с
19	PC0 – 0,1 с	PC1 – 0,1 с	PC2 – 0,1 с	Нет – 0,5 с
20	PB0 – 5 с	PB1 – 2,5 с	PB2 – 1,25 с	Нет – 5 с
21	PD7 – 1 с	PD6 – 1 с	PD0...5 – 5 с	–
22	PA6 – 1 с	PA7 – 4 с	–	–
23	PC0, PC3 – 2 с	PC1, PC4 – 2 с	Нет – 5 с	–
24	PD4...PD7 – 2,5 с	Нет – 5 с	PD0...PD3 – 2,5 с	Нет – 5 с
25	Нет – 1,5 с	Порт C – 0,5 с	Нет – 1,5 с	Порт A – 1,5 с
26	PB0 – 5 с	Нет – 10 с	–	–
27	PC6,7 – 2 с	PC4, PC5 – 2 с	PC2...PC3 – 2 с	PC0...PC1 – 4 с
28	PA0...PA3 – 2 с	PA4...PA7 – 2 с	PA0...PA7 – 2 с	Нет – 6 с
29	PD0, PD2, PD4 – 5 с	PD1, PD3, PD5 – 5 с	Нет – 10 с	–
30	PC0 – 1,5 с	PC1 – 3 с	PC2 – 4,5 с	–

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Выполненное задание с комментариями (работоспособность программы демонстрируется на стенде):
 - исходное задание;
 - функциональную схему;
 - листинг программы; дизассемблированную программу;
 - блок-схему алгоритма;

- представить настройку таймера и расчет времени задержки реализованной на таймере;
- представить таблицу значений стека во время исполнения программы.

3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №29.

Организация работы АЦП МК Atmega 8535

Цель работы: разработка программы управления светодиодами с использованием параллельного порта МК

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Рассмотрим применение АЦП на примере программ.

Пример 1. Подать аналоговый сигнал на вход ADC2 АЦП и вывести 8-разрядный результат на порт ввода/вывода С. Не использовать прерывание готовности результата преобразования АЦП.

```

;-----
Входы:
    PA2 - аналоговый вход АЦП
Выходы:
    PC0...PC7 - индикация кода результата преобразования.

.include "m8535def.inc" ;Подключение стандартной библиотеки
.cseg ;Начало сегмента кода
.org $0 ;по адресу 0

    ldi r16, low(RAMEND) ;Запись адреса вершины стека
    ldi r17, high(RAMEND) ;В конце памяти данных
    out spl, r16
    out sph, r17
    ldi r16, 0xFB ;Инициализация неиспользуемых ножек порта А
    out PORTA, r16 ;на ввод информации
    clr r16 ;Используемый вход АЦП не инициализируется
    out DDRA, r16
    out PORTC, r16 ;Инициализация порта С на вывод информации
    ser r16
    out DDRC, r16
    ldi r16, 0x62 ;Инициализация мультиплексора АЦП
    out ADMUX, r16
    ldi r16, 0xC7
    out ADCSRA, r16 ;Инициализация АЦП и его запуск

main: ;Начало основного цикла
    in r16, ADCSRA ;Опрос регистра ADCSRA
    SBRC r16, 4 ;Если бит 4 чист, то следующая команда
    пропускается
    rcall ADC_ready ;Иначе вызов ADC_ready
    rjmp main ;Возврат на main

```

```

ADC_ready: ;По метке ADC_ready
    in r16, SREG ;сохранение значения регистра SREG
    ldi r17, 0x97 ;Обнуление флага ADIF записью в него логической
    «1»
    out ADCSRA, r17
    in r17, ADCH ;Считывание результата преобразования из ADCH
    out PORTC, r17 ;и вывод результата на PORTC
    ldi r17, 0xC7 ;Перезапуск АЦП
    out ADCSRA, r17
    out SREG, r16 ;Восстановление регистра SREG
    ret ;возврат по адресу, хранящемуся в стеке
;-----

```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Сначала происходит подключение стандартной библиотеки контроллера Atmega8535, указывается адрес начала сегмента кода и выполняется инициализация стека, вершина которого располагается в конце памяти данных:

```

include "m8535def.inc"
cseg

```


org\$0

```
ldi r16,low(RAMEND)
ldi r17, high (RAMEND)
out spl,r16
out sph,r17
```

0. Производится инициализация портов ввода/вывода. В программе используются порты ввода/вывода А и С. При этом необходимо запомнить, что, поскольку АЦП использует альтернативные функции порта А, то выводы порта, используемые АЦП, инициализировать не нужно. Остальные выводы рекомендуется «притянуть» к уровню логического «0» или «1» во-избежание наведения на них помех. Порт С инициализируется на вывод информации:

```
ldir16,0xFB
out PORTA,r16
clr r16
out DDRA,r16
out PORTC,r16
ser r16
out DDRC,r16
```

0. Далее выполняется инициализация АЦП установкой необходимых управляющих бит в регистрах ADMUXи ADCSRA:

```
ldi r16, 0x62
out ADMUX,r16
ldi r16,0xC7
outADCSRA,r16
```

В качестве источника сигнала опорного напряжения выбирается напряжение электропитания процессора, поданное на вывод AVCC. Также выбирается «левое» выравнивание результата преобразования ADLAR. Выбирается второй канал АЦП(ldi r16, 0x62; outadmux,r16).В регистреADCSRAустанавливаются биты ADEN(включение АЦП), ADSC(запуск преобразования АЦП), а также выбирается делитель clk/128 для повышения точности преобразования.

0. В основном цикле ведется опрос флага окончания преобразования АЦП, расположенного в регистре ADCSRA:

main:

```
in r16,ADCSRA
SBRC r16,4
rcallADC_ready
rjmpmain
```

Сначала считывание значение регистра ADCSRAв РОН r16 (inr16,adcsra)После этого опрашивается 4-й бит этого регистра, соответствующий флагу ADIF(sbrcr16,4). Если бит чист, то пропускается следующая за директивой **sbrc**инструкция. Иначе происходит переход на метку ADC_ready(rcallADC_ready).

0. По метке ADC_readyпроисходит обработка результата преобразованияиАЦП:

ADC_ready:

```
in r16,SREG
ldi r17,0x97
out ADCSRA,r17
in r17,ADCH
outPORTC,r17
ldi r17,0xC7
out ADCSRA,r17
out SREG,r16
ret
```

При переходе по метке ADC_readyсначала в РОН r16 необходимо сохранить значение регистра SREG (inr16,SREG).После этого необходимо вручную сбросить флаг готовности

преобразования АЦП записью в него логической «1» (`ldi r17, 0x97; outadcsra, r17`). Необходимо запомнить, что все флаги в микроконтроллерах AVR сбрасываются записью в них логической «1». Далее в регистр `r17` считывается результат преобразования АЦП, хранящийся в `ADCH` (`inr17, ADCH`). Два младших бита, хранящиеся в `ADCL`, отбрасываются. Содержимое `r17` передается в порт ввода/вывода `C` (`outportc, r17`), осуществляется перезапуск АЦП, восстановление регистра `SREG` (`outsreg, r16`) и выход из подпрограммы на адрес, записанный в стеке (`ret`).

Пример 2. Задача повторяет пример 1, но используется прерывание по готовности результата преобразования АЦП. Не использовать «левое» выравнивание результата.

```
;-----  
; Входы:  
;   PA2 - аналоговый вход АЦП  
; Выходы:  
;   PC0...PC7 - индикация кода результата преобразования.  
.include "m8535def.inc" ; Подключение стандартной библиотеки
```

cseg	; Начало сегмента кода
org \$0	; По адресу \$0
jmp reset	; осуществляется переход на reset
org \$0E	; При переходе по адресу \$0E
jmp ADC_ready	; осуществляется вызов функции обработки
	; прерывания готовности АЦП.
reset:	
cli	; запрет всех прерываний.
ldi r16, low(RAMEND)	; инициализируется стек
ldi r17, high(RAMEND)	
out spl, r16	
out sph, r17	
ldi r16, 0xFB	; Производится инициализация портов
out PORTA, r16	; ввода/вывода
clr r16	
out DDRA, r16	
out PORTC, r16	
ser r16	
out DDRC, r16	
ldi r16, 0x42	
out ADMUX, r16	; Инициализация АЦП
ldi r16, 0xCF	
out ADCSRA, r16	
sei	; глобальное разрешение прерываний
main:	; Главный цикл программы
rjmp main	; выполнен пустым
ADC_ready:	; По метке ADC_ready:
cli	; Осуществляется глобальный запрет прерываний
in r16, SREG	; Сохраняется регистр SREG
in r17, ADCL	; Считываются 8 младших бит результата из ADCL
in r18, ADCH	; и 2 старших бита из ADCH
lsr r17	; два младших бита результата отбрасываются
lsr r17	
clr r19	
met1:	
lsl r18	; Два старших бита результата в POH r18
inc r19	; смещаются на 6 позиций влево.
cpi r19, 0x06	
brne met1	
or r17, r18	; Происходит логическое сложение r17 и r18
out PORTC, r17	; Результат выводится на PORTC.
ldi r17, 0xCF	
out ADCSRA, r17	; Происходит перезапуск АЦП
out SREG, r16	; Восстанавливается регистр SREG
sei	; Глобальное разрешение прерываний
reti	; Выход из подпрограммы обработки прерывания

Рассмотрим программу более подробно, показав отличия от программы, рассмотренной в примере 1.

1. В начале программы, помимо подключения библиотеки контроллера Atmega8535 указываются адреса прерываний: reset- нулевое прерывание по адресу 0, прерывание готовности результата преобразования АЦП по адресу \$0E:

```
.include "m8535def.inc"
```

```
.cseg
```

```
.org $0
```

```
rjmp reset
```

```
.org $0E
```

```
rjmp ADC_ready
```

При попадании на эти векторы происходит переход на соответствующие метки reset и ADC_ready.

0. Порты ввода/вывода и указатель стека инициализируются так же, как и в примере 1. Однако инициализация АЦП производится по-другому:

reset:

```
cli
ldi r16, low(RAMEND)
ldi r17, high(RAMEND)
out spl, r16
out sph, r17
ldi r16, 0xFB
out PORTA, r16
clr r16
out DDRA, r16
out PORTC, r16
ser r16
out DDRC, r16
ldi r16, 0x42
out ADMUX, r16
ldi r16, 0xCF
out ADCSRA, r16
sei
```

В регистре управления мультиплексором ADMUX убирается бит «левого» выравнивания результата. Это не связано с использованием прерывания по готовности АЦП, а сделано для демонстрации работы с двумя регистрами хранения результата АЦП: ADCH и ADCL. В регистре управления АЦП ADCSRA ставится маска ADIFSC для прерывания готовности АЦП для его активации. После всех установок необходимо осуществить глобальное разрешение прерываний (sei).

0. В отличие от примера 1, основной цикл программы выполнен пустым:

main:

```
rjmp main
```

Это сделано по причине того, что при использовании нет необходимости занимать процессор постоянной проверкой флага прерывания готовности АЦП. При появлении флага прерывания основной цикл main будет автоматически прерван, адрес возврата сохранен в стеке, а программа перейдет по метке ADC_ready, указанной в векторе \$0E.

0. При переходе по метке ADC_ready осуществляется обработка прерывания по готовности АЦП:

ADC_ready:

```
cli
in r16, SREG
in r17, ADCL
in r18, ADCH
lsr r17
lsr r17
clr r19
```

stl:

```
lsl r18
inc r19
cpi r19, 0x06
brne met1
or r17, r18
out PORTC, r17
ldi r17, 0xCF
out ADCSRA, r17
out SREG, r16
sei
```

reti

При входе в подпрограмму сначала производится глобальный запрет всех прерываний (cli). При использовании одного прерывания этого можно не делать, однако правильно при входе в любую подпрограмму обработки прерываний ставить — запрещать.

После этого производится сохранение регистра SREG в POH r16. Обнуление флага прерывания не производится, так как при использовании прерывания это делается автоматически.

Результат преобразования считывается из регистров ADCH(старший) и ADCL(младший). Поскольку результат преобразования АЦП - 10-разрядное слово, в регистре ADCH(r18) будут использованы два младших бита: 0000 00XX а в регистре ADCL(r17) - все биты: XXXX XXXX.

Для использования восьми старших битов результата необходимо сдвинуть старшие 0 и 1 битов регистра r17, приведя его к виду: 00XXXXXX(lsr r17; lsr r17), сдвинуть два младших бита регистра r18 на 6 позиций влево, приведя его к виду: XX00 0000.

met1

lsrr18

inc r19

cpi r19, 0x06

brnemet1

После этого регистры r17 и r18 складываются (orr r17, r18), а результат выводится в порт C. Далее АЦП перезапускается, регистр SREG восстанавливается (out SREG, R16), производится глобальное разрешение всех прерываний (sei), а затем - выход из подпрограммы обработки прерывания (reti).

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Выполненное задание (на выбор пример 1 или 2) - работоспособность программы демонстрируется на стенде:
 - листинг программы;
 - комментарии.
3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №30.

Разработка программы управления сегментным индикатором

Цель работы: научиться составлять программы для вывода информации на семисегментные индикаторы под управлением МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- формирование умений применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Рассмотрим управление индикаторами на примере программ.

Пример 1. Написать программу, осуществляющую вывод на индикатор- числа от 0 до Fв шестнадцатеричном коде в соответствии с комбинацией сигналов на входе порта ввода/вывода A

```
//-----
; Программа вывода чисел 0...F на один разряд семисегментного индикатора
; Входы:
;   PA3...PA0 - задание кода числа
; Выходы:
;   PD0 - управление подачей напряжения на индикатор
;   PC7...PC0 - управление сегментами индикатора

.include "m8535def.inc" ; Подключение библиотеки Atmega8535
.cseg ; Начало сегмента кода.
.org $0 ; По адресу 0
; во Flash

reset: ; По метке reset осуществляется:
    ldi r16, low(RAMEND) ; Инициализация стека. Вершина стека - в
    ldi r17, high(RAMEND) ; конце памяти данных
    out spl, r16
    out sph, r17
    clr r16 ; Инициализация портов ввода/вывода
    out PORTC, r16 ; Порт C - на вывод
    out PORTD, r16 ; Порт D - на вывод
    ser r16
    out DDRC, r16
    out DDRD, r16
    ldi r16, 0x0F
    out PORTA, r16 ; младшие 4 бита порта A - на ввод
    clr r16
    out DDRA, r16
    ldi r16, 0x01 ; Установка младшего бита порта D с целью
    out PORTD, r16 ; подачи напряжения на общие аноды индикатора

main: ; По метке main
    in r16, PINA ; Происходит считывание данных с порта A
    andi r16, 0x0F ; и выделение бит PA3...PA0.
    mov r30, r16 ; формирование адреса flash исходя из
    ldi r31, 0x02 ; считанных данных
    lpm r16, Z ; извлечение в r16 данных из flash
    out PORTC, r16 ; и вывод их на порт C (катоды индикатора).
    rjmp main ; переход на main и зацикливание программы

.org $100 ; По адресу 100
.db 0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, 0x66, 0x6D, 0x7D, 0x07 ; таблица
.db 0x7F, 0x6F, 0x77, 0x7C, 0x39, 0x5E, 0x79, 0x71 ; кодов символов

//-----
```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Сначала производится подключение библиотеки используемого контроллера Atmega8535. После этого объявляется адрес начала сегмента кода.

2. По метке resetсначала происходит инициализация стека, затем - инициализация периферийных устройств микроконтроллера. В данном случае из периферийных устройств используются только порты ввода/вывода.

set:

```
ldi r16,low(RAMEND)
ldi r17,high(RAMEND)
out spl,r16
out sph,r17
clr r16
out PORTC,r16
out PORTD,r16
ser r16
out DDRC,r16
out DDRD,r16
ldi r16,0x0F
out PORTA,r16
clr r16 ,
out DDRA,r16
ldi r16,0x01
outPORTD,r16
```

Врегиструказателястеказаписываетсяадресвершиныстекакоторыйответствуетконцупамятиданных(ldi r16, low(ramend);ldi r17, high.(RAMEND) ; outspl,r16;outsph, r17). Это необходимо для правильной работы программы при использовании подпрограмм и переходов, порт С в программе будет подключен к катодам индикатора, поэтому он инициализируется на вывод, младший бит порта Dпо заданию управляет подачей напряжения питания на общие аноды индикатора, поэтому порт инициализируется . вывод, биты PA3...PA0 порта ввода/вывода A инициализируются на ввод информации.

0. В основном цикле программы сначала происходит опрос порта ввода/вывода A:

in:

```
in r16,PINA
andir16,0x0F
```

Производится опрос всего порта (inr16,PiNA),после чего путем побитового сложения результата на число 0xFF(andir16,0x0F)происходит выделение младших значащих бит порта A.

0. По результату, считанному с порта A, производится формирование адреса Flash-памяти, по которому хранится соответствующий символ. Поскольку во Flashпамяти данные хранятся словами (2 байта), то для доступа к отдельному байту указывается двойной адрес. Поскольку адрес начала массива данных 0x100 (адрес в словах), то адрес первого байта - 0x200 (в байтах).

Для чтения данных из Flashв Z-регистре (r31:r30) указывается адрес памяти, а затем командой lpmпроисходит считывание данных:

```
mov r30,r16
ldi r31,0x02
lpm r16,Z
```

0. После считывание данных из Flashони выводятся на порт C, соединенный с индикатором:

```
out PORTC,r16
rjmp main
```

Далее программа закидывается (rjmpmain)для постоянного опроса порта ввода/вывода A.

1. По адресу Flash-памяти записывается таблица кодов символов:

```
.org$100 ;По адресу 100
.db 0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, 0x66, 0x6D, 0x7D, 0x07 ; таблица
.db 0x7F, 0x6F, 0x77, 0x7C, 0x39, 0x5E, 0x79, 0x71 ; кодов символов
```

Таблица кодов символов включает 16 кодовых комбинаций, каждая из которых соответствует выводимому на индикатор символу в шестнадцатеричном коде. Таблица цифр от 0 до Fприведена в табл. 1.

Табл. 1. Соответствие цифры и его шестнадцатеричного и двоичного колов

Цифра	Двоичный код	Шестнадцатеричный код
0	0b00111111	0x3F
1	0b00000110	0x06
2	0b01011011	0x5B
3	0b01001111	0x4F
4	0b01100110	0x66
5	0b01101101	0x6D
6	0b01111101	0x7D
7	0b00000111	0x07
8	0b01111111	0x7F
9	0b01101111	0x6F
A	0b01110111	0x77
b	0b01111100	0x7C
C	0b00111001	0x39
d	0b01011110	0x5E
E	0b01111001	0x79
F	0b01110001	0x71

Пример 2. Написать программу индикации на четырехразрядном семисегментном индикаторе числа 1234 с использованием динамической индикации. Код числа выдается на порт

С, управление разрядами осуществляется с порта D.

```
//-----
; Программа демонстрации динамической индикации
; На индикатор выводится число 1234
; Выходы:
;   PORTC7...0 - управление сегменты (PC0 - А, PC1 - В, ... , PC7 - Н);
;   PORTD3 - разряд HG4;
;   PORTD2 - разряд HG3;
;   PORTD1 - разряд HG2;
;   PORTD0 - разряд HG1.

.include "m8535def.inc" ;Подключение библиотеки Atmega8535
.cseg ;Начало сегмента кода.
.org $0 ;По адресу 0

reset: ;По метке reset
    ldi r16, low(RAMEND) ;производится конфигурация указателя стека
    ldi r17, high(RAMEND)
    out spl, r16
    out sph, r17
    clr r16 ;Инициализируются порты ввода/вывода
    out PORTC, r16
    out PORTD, r16
    ser r16
    out DDRC, r16 ;PORTC - на вывод информации
    out DDRD, r16 ;PORTD - на вывод информации
    ldi r17, 0x01 ;Включается младший разряд PORTD
    out PORTD, r17 ;Для подачи напряжения на HG1

main: ;По метке main
    cpi r17, 0x01 ;производится опрос, какой разряд HG работает
    breq HG1 ;если первый, то переход на метку HG1
    cpi r17, 0x02 ;если второй,
    breq HG2 ;то переход на метку HG2
    cpi r17, 0x04 ;если третий,
    breq HG3 ;то переход на метку HG3
    cpi r17, 0x08 ;если четвертый,
    breq HG4 ;то переход на метку HG4
HG1: ;По метке HG1
```

```

ldi r31,0x02      ; в Z-регистр задается адрес числа 4 в Flash
ldi r30,0x04
rjmp met1         ; и переход на метку met1
2:               ; По метке HG2
ldi r31,0x02      ; в Z-регистр задается адрес числа 3 в Flash
ldi r30,0x03
rjmp met1         ; и переход на метку met1
3:               ; По метке HG3
ldi r31,0x02      ; в Z-регистр задается адрес числа 2 в Flash
ldi r30,0x02
rjmp met1         ; и переход на метку met1
4:               ; По метке HG4
ldi r30,0x01      ; в Z-регистр задается адрес числа 1 в Flash
rjmp met1         ; и переход на метку met1
t1:              ; По метке met1
lpm r16,Z         ; из Flash по указанному адресу считываются данные
out PORTC,r16     ; и выводятся на PORTC
clr r16           ; Осуществляется программная задержка времени
t2:
inc r16
cpi r16,0xFF
brne met2
lsl r17           ; Значение r17 сдвигается на один разряд влево.
cpi r17,0x10      ; Если r17=0x10, то
brne met3
ldi r17,0x01      ; в r17 записывается 0x01
t3:
clr r16
out PORTC,r16     ; обнуляется PORTC
out PORTD,r17     ; обнуляется PORTD
rjmp main         ; осуществляется переход на main

rg$100            ; По адресу 100
b 0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, 0x66, 0x6D, 0x7D, 0x07 ; массив данных
b 0x7F, 0x6F, 0x77, 0x7C, 0x39, 0x5E, 0x79, 0x71 ; кодов символов

```

Рассмотрим программу более подробно.

1. Сначала производится подключение библиотеки используемого контроллера Atmega8535. После этого объявляется адрес начала сегмента кода:

```
include"m8535def.inc"
```

```
seg
```

```
rg$0
```

0. По метке reset осуществляется конфигурирование периферийных устройств контроллера и инициализация указателя стека:

```
set:
```

```
ldi r16,low(RAMEND)
```

```
ldi r17,high(RAMEND)
```

```
out spl,r16
```

```
out sph,r17
```

```
clr r16
```

```
out PORTC,r16
```

```
out PORTD,r16
```

```
ser r16
```

```
out DDRC,r16
```

```
out DDRD,r16
```

```
ldi r17,0x01
```

outPORTD,r17

После инициализации устройств в регистр r17 записывается число 0x01 (ldi r17,0x01), после чего содержимое регистра выводится на порт управления разрядами индикатора (outportd,r17). Далее в r17 будет находиться значение, соответствующее включенному состоянию PORTD.

0. По метке main сначала производится опрос включенного состояния PORTD путем опроса регистра r17:

main:

```
    cpi r17,0x01
    breq HG1
    cpi r17,0x02
    breq HG2
    cpi r17,0x04
    breq HG3
    cpi r17,0x08
    breq HG4
```

В зависимости от состояния r17 производится переход на метки HG1...HG4. Так если в данный момент работает разряд HG1 (cpi r17,0x01), то осуществляется переход на метку HG1 (breq hg1).

0. Далее, в зависимости от метки, производится запись в Z-регистр значения адреса Hash-памяти, по которому находится код нужного символа:

HG1:

```
    ldi r31,0x02
    ldi r30,0x04
    rjmp metl
```

HG2:

```
    ldi r31,0x02
    ldi r30,0x03
    rjmp metl
```

HG3:

```
    ldi r31,0x02
    ldi r30,0x02
    rjmp metl
```

HG4:

```
    ldi r30,0x01
    rjmp metl
```

metl:

```
    lpm r16,Z
    outPORTC,r16
```

После записи адреса символа осуществляется переход на метку metl, по которой происходит считывание данных из Flash-памяти в РОН r16 (lpm r16,Z) и вывод их на PORTC (outportc,r16).

0. В момент передачи данных на PORTC на одном из разрядов индикатора загорается нужный символ, после чего необходимо сделать небольшую задержку времени:

```
    clr r16
```

met2:

```
    inc r16
    cpi r16,0xFF
    brnemet2
```

Для реализации задержки сначала содержимое РОН r16 обнуляется (clr r16), после чего происходит его инкремент (inc r16) с последующим сравнением с уставкой (cpi r16, 0xFF). При значении r16, меньшем уставки, происходит возврат на метку met2 (brnemet2). При достижении уставки программа следует дальше.

0. По окончании выдержки времени необходимо выключить индикатор и переключиться на индикацию другого разряда:

```
lsl r17  
cpi r17,0x10  
brne met3  
ldi r17,0x01
```

met3:

```
clr r16  
out PORTC,r16  
out PORTD,r17  
rjmpmain
```

С этой целью содержимое r17 последовательно сдвигается на один разряд влево (lslr17), после чего производится выдача его содержимого на PORTD(outportd, r17). Однако при достижении r17 значения 0x10 (cpi r17, 0x10) в него необходимо записать значение 0x01 (ldi r17, 0x01) для того, чтобы разряды PD0...PD3 включались циклично, а не происходило включение разрядов PD4...PD7 порта D. Во избежание ложного отображения информации перед сменой включенного разряда индикатора происходит выключение сегментов индикатора (clr r16; outportc, r16). После этого программа закидывается (rjmpmain).

0. Адрес Flash-памяти, по которому записывается таблица кодов символов:

```
.org $100  
.db 0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, 0x66, 0x6D, 0x7D, 0x07  
.db 0x7F, 0x6F, 0x77, 0x7C, 0x39, 0x5E, 0x79, 0x71
```

Задание на выполнение

Составить программу реализации динамической индикации для заданной частоты. Данные предварительно записать в ОЗУ, выводить их на индикацию по адресу записи.

Варианты индивидуальных заданий

№ вар	Частота динамической индикации, Гц	Таймер	Биты PINA0 и PINA1			
			00	01	10	11
1	1000	T0	Дата.ДеньРождения	ГодРождения	—	—
2	200	T1	Имя	ГодРождения	—	—
3	500	T2	«Add»	«Ldi»	«Clr»	«spi»
4	4000	T0	НомерГруппы	ГодПоступления	—	—
5	400	T1	«Пуск»	«Стоп»	—	—
6	3000	T2	Век	Год(2посл.Цифры)	—	—
7	250	T0	ДатаРождения	ДеньРождения	ГодРождения	—
8	5000	T1	12	12 в 2 системе сч.	12 в 16 системе сч.	12 в 8 системе сч.
9	900	T2	«Abs»	«BCd»	—	—
10	300	T0	Кол-во студ. в группе	НомерГруппы	Год поступления	Год окончания
11	600	T1	«Ab»	«bc»	«cd»	«dE»
12	450	T2	123	456	789	000
13	1500	T0	Имя1	Имя2	—	—
14	150	T1	ДеньРождения	МесяцРождения	ГодРождения	—
15	330	T2	1	12	123	1234
16	10000	T0	«in»	«out»	«call»	—
17	333	T1	Дата рождения	Месяц рождения	Год рождения	«...»
18	700	T2	Дата.ДеньРождения	ГодРождения	—	—
19	3500	T0	Год рождения	«год»	—	—
20	1200	T1	15	15 в 2-ой системе счисл.	15 в 16-ой системе счисл.	15 в 8-ой системе счисл.
21	4200	T2	jan	feb	arg	Jun
22	560	T0	74	Члб	66	Свд
23	780	T1	руб	euro	dol	—
24	2200	T2	cos	sin	Ln	Lg
25	350	T0	32	64	128	256
26	125	T1	День рождения	Месяц рождения	Год рождения	Год поступления
27	220	T2	10 в 2-ой системе счисл.	10 в 3-ой системе счисл.	10 в 4-ой системе счисл.	10 в 8-ой системе счисл.
28	490	T0	31.28	31.30	31.30	31.31
29	850	T1	2009	2010	2011	2012
30	3300	T2	abc	def	ghi	—

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Выполненное задание с комментариями (работоспособность программы демонстрируется на стенде):

- исходное задание;
- функциональную схему;
- представить расчет частоты динамической индикации и кодов данных;
- листинг программы;
- дизассемблированную программу;
- алгоритм;
- -представить таблицу значений стека во время исполнения программы.

3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №31. Основы объектно-ориентированного программирования

Цель: Освоить базовые принципы объектно-ориентированного программирования (ООП) — инкапсуляцию и абстракцию — при разработке программного обеспечения для микроконтроллеров Atmega на языке C++ с целью повышения читаемости, структурированности и повторного использования кода.

Выполнив работу, вы будете уметь

У 2.1.1 применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.3.1 выполнять процедуры сборки программных модулей и компонент в программный продукт

У 2.4.1 выявлять ошибки в программном коде

У 2.5.1 соблюдать процедуру установки прикладного программного обеспечения в соответствии с требованиями организации-производителя

Материальное обеспечение:

1. Отладочная плата с микроконтроллером Atmega (например, Arduino Uno/Nano, AVR Dragon, AVR Studio).
2. Персональный компьютер с установленной средой разработки (Atmel Studio, PlatformIO, Arduino IDE).
3. Соединительные провода (перемычки).
4. Один светодиод с токоограничивающим резистором (220-330 Ом).

Задание:

1. Разработать класс `Led` для управления светодиодом, подключенным к порту микроконтроллера.
2. Реализовать методы класса для включения, выключения и мигания светодиода.
3. Создать объект класса в основной функции `main()` и продемонстрировать его работу.

Порядок выполнения работы:

1. **Теоретическая подготовка:** Ознакомьтесь с принципами ООП: класс, объект, метод, инкапсуляция. Изучите, как эти принципы применяются во встраиваемых системах на C++.
2. **Создание проекта:** Создайте новый проект в Atmel Studio. Убедитесь, что выбран компилятор C++.
3. **Разработка класса `Led`:**
 - Создайте новый файл заголовка `Led.h`.
 - В классе объявите два поля: `volatile uint8_t *port` (указатель на порт) и `uint8_t pin` (номер пина). Ключевое слово `volatile` обязательно для работы с регистрами ввода-вывода.
 - Объявите конструктор класса `Led(volatile uint8_t *port, uint8_t pin);`.
 - Объявите методы: `void on(); void off(); void toggle();`.
4. **Реализация методов:** Создайте файл `Led.cpp`.
 - В конструкторе инициализируйте поля и настройте соответствующий пин порта на выход (установите бит в регистре `DDR*`).
 - В методе `on()` установите бит в регистре `PORT*` (например, `*port |= (1 << pin);`).
 - В методе `off()` сбросьте бит в регистре `PORT*` (например, `*port &= ~(1 << pin);`).
 - В методе `toggle()` инвертируйте бит в регистре `PORT*` (например, `*port ^= (1 << pin);`).
5. **Использование класса:** В файле `main.cpp` подключите заголовок `Led.h`.
 - Создайте объект класса, например: `Led led1(&PORTB, PB5);` (для светодиода на Arduino Nano).

— В бесконечном цикле (`while (1)`) вызывайте методы объекта для мигания светодиодом с задержкой.

6. **Сборка и отладка:** Скомпилируйте проект, загрузите прошивку в микроконтроллер и убедитесь в мигании светодиода.

Форма представления результата: Проект должен быть представлен в виде исходного кода, структурированного по файлам:

1. Файл заголовка `Led.h` с объявлением класса.
2. Файл реализации `Led.cpp` с кодом методов.
3. Файл `main.cpp` с созданием объекта и демонстрацией его работы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №32. Подключение светодиодной ленты

Цель: Научиться управлять внешними мощными нагрузками с помощью микроконтроллера Atmega через транзисторный ключ, а также реализовать программное управление яркостью светодиодов с использованием аппаратного ШИМ (PWM).

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.2.1 использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры

Материальное обеспечение:

- Отладочная плата с микроконтроллером Atmega.
- Светодиодная лента (например, WS2812B или аналог на 12B).
- N-канальный MOSFET-транзистор (например, IRLZ44N).
- Источник питания светодиодной ленты (соответствующий по напряжению и току).
- Соединительные провода.

Задание:

1. Собрать схему подключения светодиодной ленты к микроконтроллеру через MOSFET-транзистор.
2. Написать программу для микроконтроллера, реализующую плавное изменение яркости ленты (эффект "дыхания").

Порядок выполнения работы:

1. **Изучение схемы:** Ознакомьтесь с принципом работы MOSFET-транзистора в качестве ключа. Изучите схему подключения: вывод Gate транзистора через резистор к пину ШИМ микроконтроллера, Source к GND, Drain к "минусу" ленты. "Плюс" ленты подключается к "плюсу" отдельного блока питания. Земли блока питания и микроконтроллера должны быть объединены.
2. **Сборка макета:** Соберите схему на макетной плате. Будьте внимательны при работе с внешним питанием.
3. **Настройка таймера и ШИМ:**
 - В программе настройте один из таймеров (например, Timer0 или Timer1) в режим "Fast PWM".
 - Настройте соответствующий пин (например, OC0A/OC0B или OC1A/OC1B) как выход.
4. **Программирование эффекта:**
 - В бесконечном цикле реализуйте изменение значения в регистре сравнения OCRnx от 0 до 255 с небольшим шагом и обратно.
 - Добавьте функцию задержки для плавности эффекта.

5. **Отладка:** Загрузите программу в микроконтроллер. Проверьте работу схемы. При необходимости используйте осциллограф или логический анализатор для проверки наличия ШИМ-сигнала на выходе.

Форма представления результата:

1. Принципиальная схема собранного устройства (можно нарисовать от руки или в программе Fritzing/Visio).
2. Исходный код программы на C/C++ с комментариями, описывающими настройку таймера.
3. Краткое описание наблюдаемого результата работы устройства.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №33. Подключение OLED дисплея

Цель: Освоить взаимодействие микроконтроллера Atmega с периферийным устройством по протоколу I2C на примере графического OLED-дисплея, научиться использовать внешние библиотеки и выводить на экран текстовую и графическую информацию.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.1.2 применять выбранные языки программирования для написания программного кода

У 2.2.2 применять современные компиляторы, отладчики и оптимизаторы программного кода

Материальное обеспечение:

1. Отладочная плата с микроконтроллером Atmega.
2. OLED-дисплей с интерфейсом I2C (на базе контроллера SSD1306).
3. Соединительные провода (перемычки).

Задание:

1. Подключить OLED-дисплей к микроконтроллеру по шине I2C.
2. Используя готовую библиотеку, написать программу, которая выводит на дисплей текст "Hello, World!" и текущее значение счетчика, инкрементируемого в цикле.

Порядок выполнения работы:

1. **Изучение протокола I2C:** Ознакомьтесь с принципом работы шины I2C. Обратите внимание на необходимость использования подтягивающих резисторов на линиях SDA и SCL (часто они уже есть на плате дисплея или отладочной плате).
2. **Подключение:** Соедините пины VCC и GND дисплея с питанием и землей микроконтроллера. Подключите пин SDA дисплея к пину SDA микроконтроллера (на Arduino это A4), а пин SCL к пину SCL (A5).
3. **Подготовка проекта:**
 - Скачайте библиотеку для работы с дисплеем (например, Adafruit_SSD1306) и драйвер Adafruit_GFX.
 - Добавьте папки библиотек в ваш проект в Atmel Studio или Arduino IDE.
4. **Написание программы:**
 - В коде создайте объект дисплея, указав параметры I2C-адреса и пинов подключения. Например: `Adafruit_SSD1306 display(128, 64, &Wire);`.
 - В функции `setup()` вызовите метод инициализации `display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);`.
 - Перед выводом информации очищайте экран (`display.clearDisplay();`), устанавливайте курсор (`display.setCursor(x, y);`), задавайте размер текста (`display.setTextSize(2);`) и цвет (`display.setTextColor(SSD1306_WHITE);`).

- Для вывода переменных используйте функцию форматированного вывода `sprintf()` в строковый буфер, а затем отправьте строку на дисплей командой `display.print(buffer);`.
- После всех операций вывода не забудьте вызвать `display.display();` для обновления физической матрицы экрана.

5. **Сборка и запуск:** Скомпилируйте проект и загрузите его в микроконтроллер. Убедитесь, что информация корректно отображается на дисплее.

Форма представления результата:

1. Фотография или принципиальная схема подключения дисплея к отладочной плате.
2. Основной файл программы (`main.cpp`), демонстрирующий инициализацию дисплея и вывод информации.
3. Фотография работающего устройства с отображенным результатом.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №1. Изучение схемы типовой МПС

Цель работы: изучить принципы построения и функционирования МПС на примере МПС стенда LESO1.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Стенд LESO1

Теоретические сведения

Учебный лабораторный стенд предназначен для освоения студентами микропроцессорной архитектуры MCS-51 и методов разработки микропроцессорных систем различного назначения. Стенд может стать основой дипломного проектирования студентов, а также базой исследовательской работы бакалавров и магистров. На базе стенда возможна разработка промышленных автоматизированных систем. Структурная схема стенда приведена на рисунке 1. Расположение основных элементов показано на рисунке 2. Электрическая схема стенда приведена на рисунке 3.

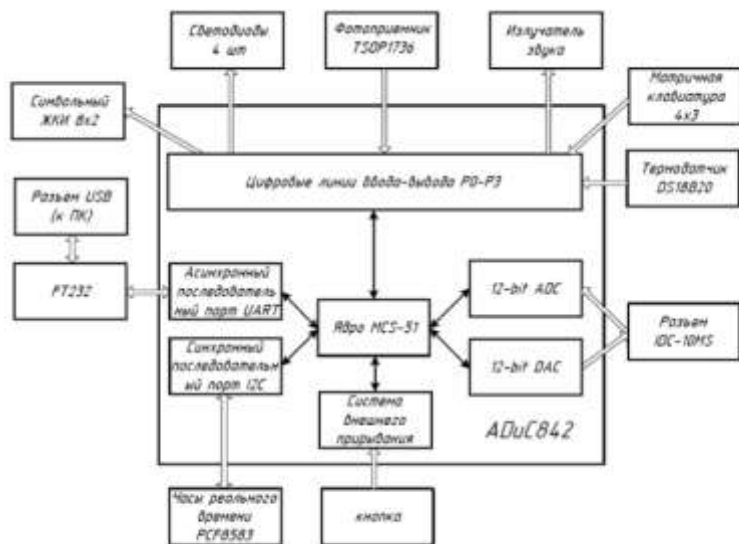


Рисунок 1 – Структурная схема учебного лабораторного стенда LESO1

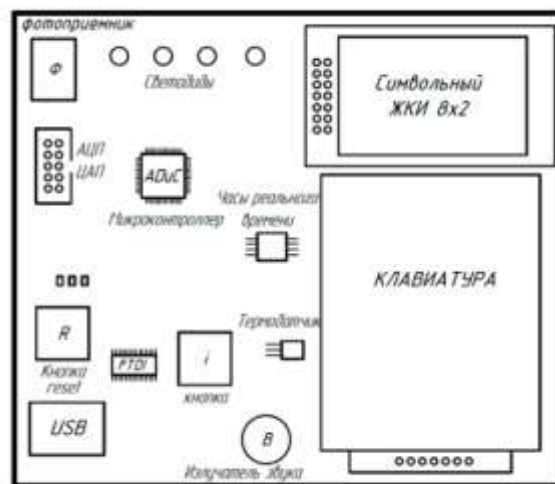


Рисунок 2 – Расположение основных элементов на стенде

Электрические параметры:

- напряжение питания 5 В от шины USB ПК;
- потребляемая мощность не более 2 Вт.

Состав изделия:

- микроконтроллер ADuC842;
- жидкокристаллический символьный индикатор 8x2;
- матричная клавиатура 4x3;
- датчик температуры DS18B20;
- часы реального времени PCF8583;
- излучатель звука;
- инфракрасный фотоприемник TSOP1736;
- четыре красных светодиода;
- микросхема преобразования интерфейсов фирмы FTDI.

Учебный стенд модели LESO1 представляет собой настольную конструкцию. Для загрузки исполняемого кода во внутреннюю память микропроцессора и взаимодействия лабораторного стенда с ПК разработана программа nwFlash. Программа nwFlash позволяет:

- производить поиск подключенных к компьютеру по USB интерфейсу лабораторных стендов;
- активировать соединение с одним из найденных стендов;
- выполнять сброс микроконтроллера (Reset);
- загружать во flash - память микроконтроллера пользовательскую программу;
- принимать и отправлять данные в текстовом и шестнадцатеричном виде по интерфейсу UART (режим терминала).

Микроконтроллер ADuC842 содержит ядро 8052 с одноканальными командами (с быстродействием до 16MIPS, Макс част. 16.7МГц), быстродействующий 12-разрядный АЦП с частотой выборок до 400К в секунду, 62КБ FLASH/EE внутренней памяти программ, 4КБ FLASH/EE внутренней памяти данных. Сохранность Flash/EE 100 лет, максимальное число циклов программирования 100К 2304 байт внутренней памяти данных — ОЗУ (RAM). МК поставляются в 52-контактных корпусах PQFP. Внешний кварцевый резонатор на 32КГц.

Датчик температуры DS18B20 это цифровой измеритель температуры, с разрешением преобразования 9 - 12 разрядов и функцией тревожного сигнала контроля за температурой. Параметры контроля могут быть заданы пользователем и сохранены в энергонезависимой памяти датчика. DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером по однопроводной линии связи, используя протокол интерфейса 1-Wire. Питание датчик может получать непосредственно от линии данных, без использования внешнего источника. В этом режиме

питание датчика происходит от энергии, запасенной на паразитной емкости. Диапазон измерения температуры составляет от -55 до +125 °С. Для диапазона от -10 до +85 °С погрешность не превышает 0,5 °С.

У каждой микросхемы DS18B20 есть уникальный серийный код длиной 64 разряда, который позволяет нескольким датчикам подключаться на одну общую линию связи. Т.е. через один порт микроконтроллера можно обмениваться данными с несколькими датчиками, распределенными на значительном расстоянии. Режим крайне удобен для использования в системах экологического контроля, мониторинга температуры в зданиях, узлах оборудования.

Часы реального времени PCF8583 – микросхема выполняет функции часов реального времени, таймера, счетчика событий и статического ОЗУ емкостью 240 байт. Для передачи данных используется шина I2C. Микросхема изготавливается в 8-ми выводном корпусе. Фактически микросхема PCF8583 представляет собой статическое ОЗУ, емкостью 256 байт, у которого первые 16 байт являются регистрами специального назначения. Назначение некоторых регистров зависит от режима работы микросхемы. Режим задается в регистре состояния имеющем адрес 00h. Все числа в регистрах часов по умолчанию хранятся в BCD формате.

Инфракрасный фотоприемник TSOP1736 - устройство содержит в своем корпусе приемник, усилитель сигнала и демодулятор, на выходе TSOP1736 получаем стандартный сигнал величиной в пределах 0.3-6В. TSOP1736 часто применяется в системах дистанционного управления (в основном в бытовой технике), работает на несущей частоте 36 кГц.

Матричная клавиатура 4x3 содержит 12 клавиш для ввода информации.

Жидкокристаллический символьный индикатор 8x2 предназначен для отображения информации и имеет 2 строки по 8 символов.

Синхронный последовательный порт I²C Интерфейс I2C является двухпроводным последовательным интерфейсом, разработанным фирмой Philips. Изначально, в стандартном режиме шина была предназначена для скорости передачи данных до 100 кбит/с. В усовершенствованном быстром режиме поддерживается передача данных со скоростью до 400 кбит/с. На одной шине одновременно могут работать устройства и стандартного, и быстрого режима.

Четыре красных светодиода предназначены для вывода информации в виде четырехразрядного двоичного кода.

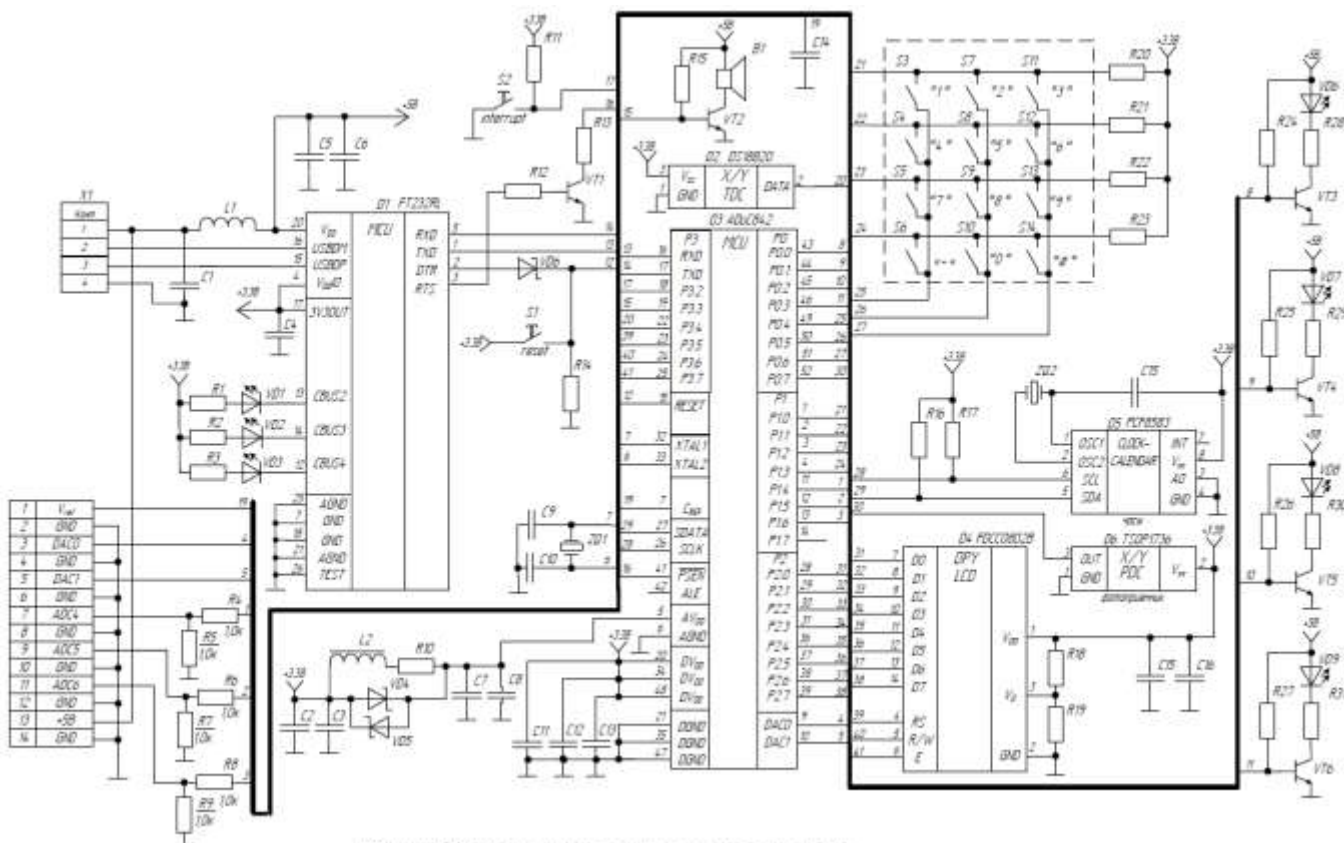


Рисунок 3 - Схема электрическая принципиальная стенда LESO1

Задание

Изучить принципиальную схему МПС (назначение устройств и принцип их соединения, рис.3) и нарисовать обобщенную структурную схему МПС (рис.1) с указанием типовых устройств, входящих в состав МПС. Заполнить таблицу 1. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 1.

Компонент МПС	Функциональное назначение
ADuC 842	
Символьный ЖКИ	
Светодиоды	
Фотоприемник	
Матричная клавиатура	
Термодатчик	
Часы реального времени	
Последовательный порт	

Контрольные вопросы

1. Каково назначение кнопки S1?
2. Каково назначение ИМС D3?
3. К каким портам микроконтроллера (МК) подключены строки и столбцы матричной клавиатуры?
4. К каким портам МК подключены светодиодные индикаторы VD6-VD9?
5. Какое позиционное обозначение на принципиальной схеме соответствует ЖКИ?
6. К каким портам МК подключены управляющие и информационные линии ЖКИ?
7. Какое позиционное обозначение на принципиальной схеме соответствует часам?
8. Какое позиционное обозначение на принципиальной схеме соответствует фотоприемнику?
9. К каким портам МК подключены часы реального времени?
10. К каким портам МК подключен термодатчик?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.

2. Перечень обязательных компонентов МПС и их назначение (таблица 1).
3. Структурная схема МПС
4. Ответы на контрольные вопросы и вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №2.

Изучение устройства параллельных портов МК ADuC842

Цель работы: изучить особенности работы параллельных портов микроконтроллера, а именно работу со светодиодными индикаторами и способами управления ими.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

не требуется.

Теоретические сведения

1. Устройство параллельных портов микроконтроллера

Параллельные порты предназначены для обмена многоразрядной двоичной информацией между микроконтроллером и внешними устройствами, при этом в качестве внешнего устройства может использоваться другой микроконтроллер. Каждый из портов содержит восьмиразрядный регистр, имеющий байтовую и битовую адресацию для установки (запись —1) или сброса (запись —0) разрядов этого регистра с помощью программного обеспечения. Выходы этих регистров соединены с внешними ножками микросхемы. С точки зрения внешнего устройства порт представляет собой обычный источник или приемник информации со стандартными цифровыми логическими уровнями (обычно ТТЛ), а с точки зрения микропроцессора — это ячейка памяти, в которую можно записывать данные или в которой сама собой появляется информация.

В качестве внешнего устройства может служить любой объект управления или источник информации (различные кнопки, датчики, микросхемы, дополнительная память, исполнительные механизмы, двигатели, реле и так далее).

В зависимости от направления передачи данных параллельные порты называются портами ввода, вывода или портами ввода-вывода.

В качестве простейшего порта вывода может быть использован параллельный регистр, так как он позволяет запоминать данные, выводимые микропроцессором и хранить их до тех пор, пока подается питание. Все это время сигналы с выхода этого регистра поступают на внешнее устройство. Упрощенная функциональная схема порта вывода показана на рисунке 2. Двоичные слова с системной шины данных микропроцессора записываются в регистр по сигналу —WRl. Выходы "Q" регистра могут быть использованы как источники логических уровней для управления внешними устройствами. Этот регистр называется регистром данных порта вывода.

Для отображения этого регистра только в одну ячейку памяти адресного пространства микропроцессорного устройства в составе порта ввода-вывода всегда присутствует дешифратор

адреса. Этот регистр называется регистром данных порта вывода. На выходе дешифратора адреса устанавливается единица лишь тогда, когда двоичное слово на его входе имеет заданное строго определенное значение, соответствующее адресу ячейки памяти, во всех остальных случаях на выходе дешифратора адреса удерживается логический ноль.

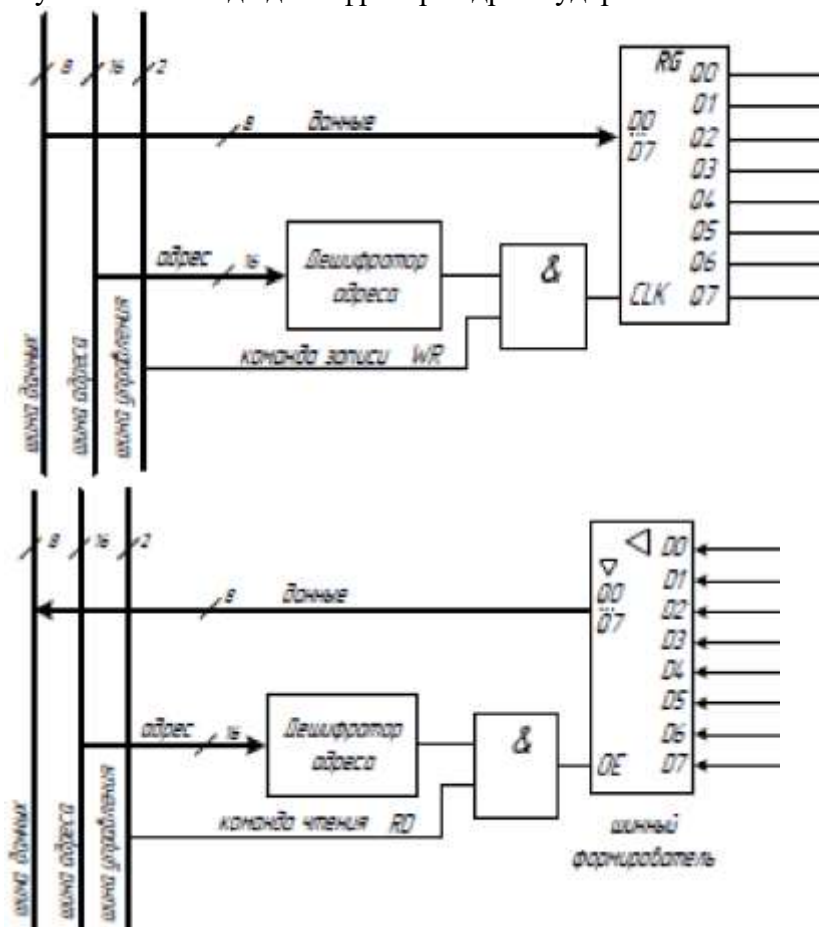


Рис. 2 – Функциональная схема порта вывода Рис. 3 – Функциональная схема порта ввода

В качестве порта ввода может быть использован шинный формирователь. Для построения порта ввода выходы шинного формирователя (Q0-Q7) подключены к внутренней шине данных микропроцессора, а на его вход подключаются сигналы, которые нужно ввести в микропроцессорную систему. Упрощенная функциональная схема порта ввода приведена на рисунке 3.

Шинный формирователь работает следующим образом: данные с входов D0-D7 поступают на выходы Q0-Q7 лишь тогда когда на входе OE (Output Enable — разрешение выхода) установлен высокий логический уровень (1), когда же на OE логический ноль выходы переходят в третье состояние и никак не влияют на шину данных. Значение сигнала с внешнего вывода порта передается на шину данных (считывается) по управляющему сигналу RD.

Для отображения шинного формирователя порта ввода в один адрес пространства адресов микроконтроллера используется дешифратор адреса. Выделяемый дешифратором адрес называют адресом регистра данных порта ввода. Из порта ввода возможно только чтение информации.

Так как из порта ввода возможно только чтение информации (команд RD), а в порт вывода только запись (команда WR), то для портов ввода и вывода можно отвести один и тот же адрес в адресном пространстве микропроцессора. Упрощенная схема одного разряда параллельного порта ввода-вывода приведена на рисунке 4. Подобное схемотехническое решение применяется в микроконтроллерах архитектуры MCS-51, такой порт называется квазидвунаправленным. Для микроконтроллеров других архитектур схема может отличаться.

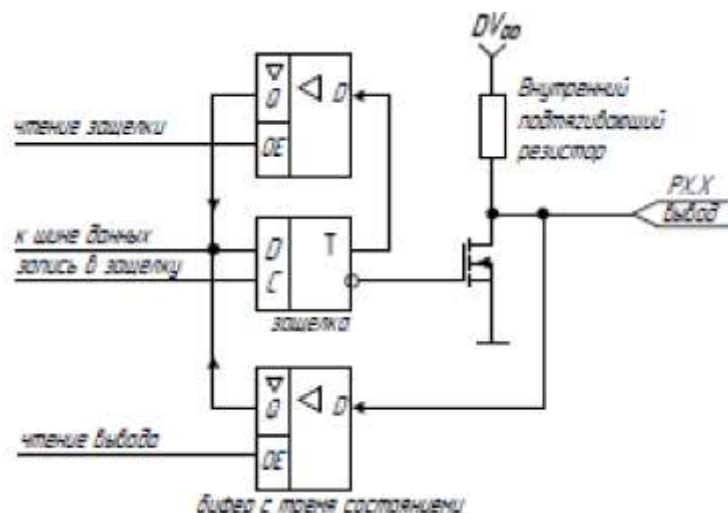


Рисунок 4 – Упрощенная схема одного бита параллельного квазидвухнаправленного порта

Один разряд регистра порта представляет собой D-триггер, запись входных данных в который происходит по высокому уровню синхросигнала (вход триггера — $C\bar{I}$). На рисунке такой сигнал назван «запись в зацепку». Мощность сигнала с инвертирующего выхода триггера усиливается при помощи МОП (металл — окись — полупроводник) транзистора, а за тем поступает на внешний вывод микросхемы. Внутренний подтягивающий резистор служит для обеспечения выходного тока порта при установленном высоком логическом уровне. Как правило, вместо резистора в портах микроконтроллера используется управляемый генератор стабильного тока (ГСТ), собранный на МОП транзисторах. Следует обратить внимание, что у некоторых портов вывода, внутреннего генератора тока может и не быть, пример тому P0.

0. Подключение внешних устройств к порту параллельному порту микроконтроллера

Внешними устройствами называются любые устройства, которыми управляет, от которых получает или которым передает информацию микроконтроллер. В качестве внешних устройств могут выступать устройства ввода-вывода информации — светодиодный индикатор, дисплей, датчик, кнопка, клавиатура, другой микропроцессор.

Внутренняя схема порта построена таким образом, чтобы максимально упростить подключение внешних устройств к микроконтроллеру. Присутствие в схеме порта выходного транзистора позволяет подключить к выводам порта светодиодные индикаторы непосредственно, без усилителя мощности, как это показано на рисунке 5. При этом необходимо следить за максимальной допустимой мощностью, рассеиваемой на микросхеме и отдельных выводах порта. Светодиод в такой схеме загорается при низком потенциале на выводе порта, для этого в порт должен быть записан логический ноль. Резистор R1 ограничивает ток через светодиод, если этот резистор не поставить, то ток по цепи индикатора может достигнуть недопустимой величины и светодиод или внутренний транзистор выйдут из строя.

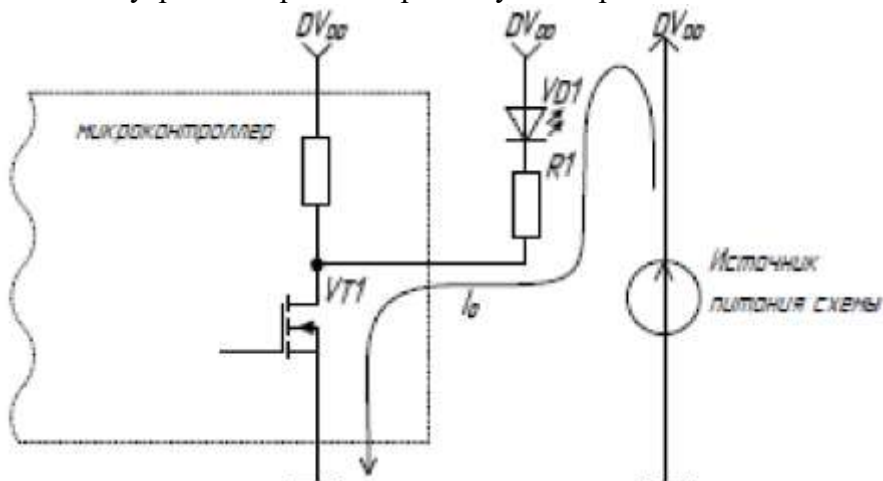


Рисунок 5 – Эквивалентная схема подключения светодиодного индикатора к параллельному порту

Если же требуется обеспечить больший ток нагрузки, то для усиления тока порта используют внешний транзистор, как показано на рисунке 6.

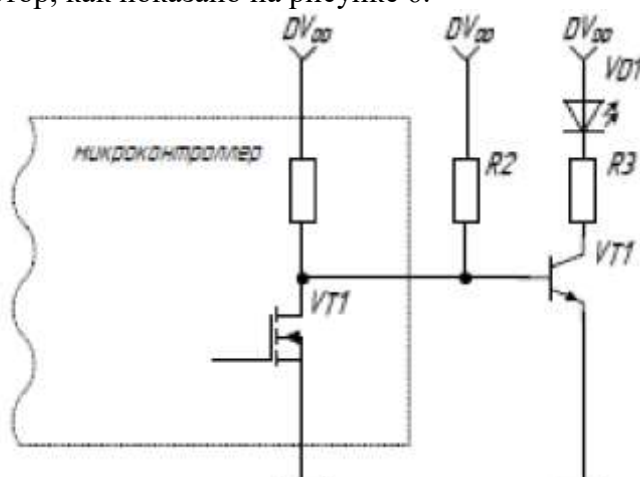


Рисунок 6 – Схема подключения светодиодного индикатора через транзисторный ключ

В приведенной схеме база транзистора подключена непосредственно к выводу порта. Если выходного порта контроллера достаточно для открывания транзистора, то резистор R2 может быть исключен из схемы. Этот резистор нужен для увеличения тока базы транзисторного ключа. Резистор R3 рассчитывается исходя из допустимого тока светодиода. Для зажигания светодиода необходимо в соответствующий разряд параллельного порта записать логическую единицу, а для его гашения — логический ноль.

Двунаправленный порт позволяет получать цифровую информацию от различных источников — кнопок, датчиков, микросхем. Согласование микросхем между собой не представляет трудностей, так как практически все современные цифровые микросхемы по входу и выходу согласованы между собой и имеют строго определенные значения логических уровней. С датчиками и кнопками дело обстоит несколько сложнее. Все датчики выполняются так, что они с точки зрения электрической схемы представляют собой контакты, работающие на замыкание-размыкание. Поэтому схема подключения датчиков и кнопок принципиально не отличаются. Со стороны микроконтроллера замыкание-размыкание должно интерпретироваться как подача на вход логических уровней. Простейшая схема, преобразующая замыкание контактов в логические уровни показана на рисунке 7.

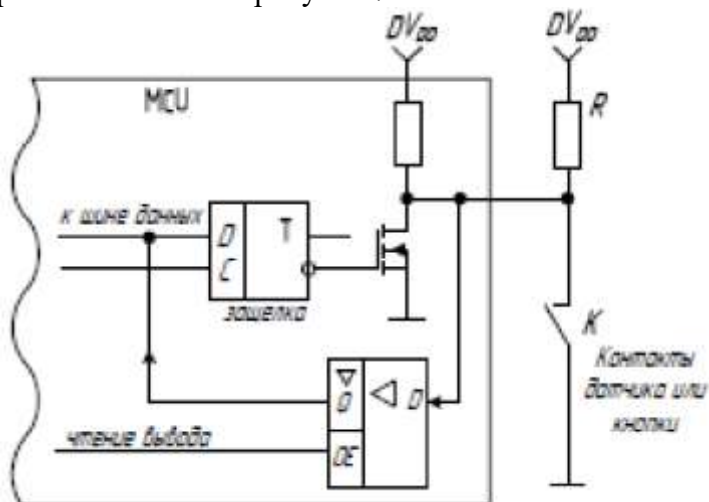


Рисунок 7 – Подключение источника цифровой информации

Когда контакт К разомкнут то на вход микроконтроллера через резистор R подается напряжение питания, интерпретируемое контроллером как логическая единица. Если контакт замкнут, то на вход подается потенциал общего провода, что соответствует логическому нулю.

Для того что бы ввести информацию с параллельного порта в него должна быть записаны логические единицы. Дело в том, что если в разряд записать логическую единицу, то выходной транзистор закрывается и на выводе микросхемы за счет внутреннего подтягивающего резистора устанавливается высокий уровень. Этот уровень может быть изменен на нулевой потенциал замыканием вывода микросхемы на общий провод. И информация может быть правильно интерпретирована микропроцессором. В случае же когда в разряд порта записан логический ноль, внутренний транзистор открыт, на выходе появляется низкий потенциал, изменить который извне невозможно. Поэтому, перед тем как осуществить ввод информации через параллельный порт, соответствующий разряд необходимо настроить на ввод — записать в него логическую единицу.

0. Особенность параллельных портов микроконтроллера ADuC842

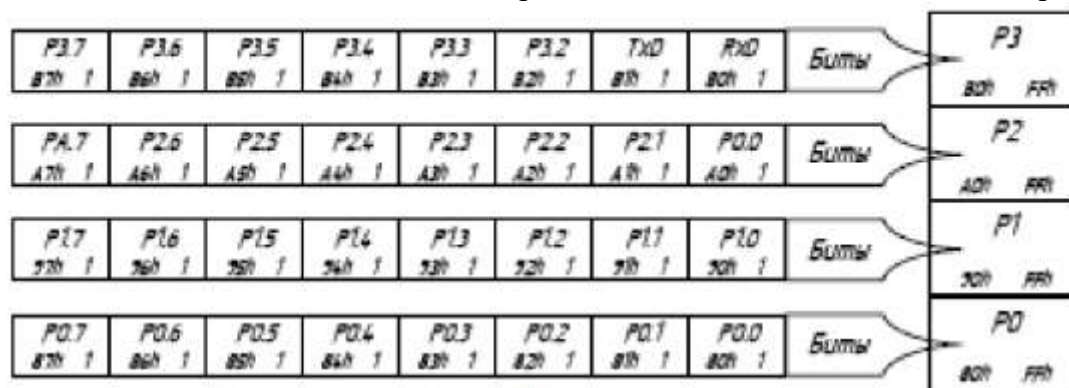
В микроконтроллере ADuC842, фирмы Analog Devices, для обмена информации с внешними устройствами используется четыре параллельных порта ввода-вывода. Дополнительно к своему основному назначению некоторые порты могут использоваться для подключения внешней памяти.

Port0 (P0.0 – P0.7) — Двухнаправленный 8-ми разрядный параллельный порт ввода-вывода с открытым стоком. При записи в бит регистра порта логической единицы соответствующая линия порта переходит в режим высокоимпедансного входа. Для работы в режиме порта ввода-вывода необходимо внешнее подтягивание каждого разряда порта к уровню логической единицы.

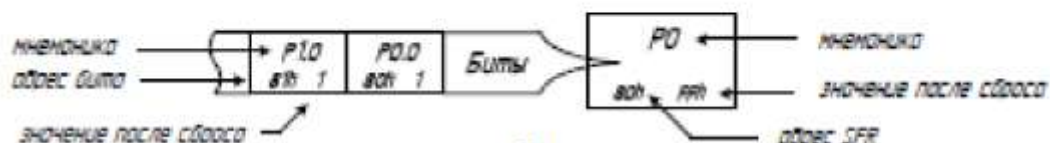
Port1 (P1.0 – P1.7) — Входной порт, по умолчанию настроен на ввод аналоговых сигналов (функция АЦП). Каждый ввод может быть переведен в режим цифрового входа, для этого в соответствующий бит порта должен быть записан логический ноль. Порт не имеет внутреннего усиливающего транзистора и потому при вводе дискретной информации через него не требуется записывать в разряды логическую единицу. В режиме порта цифрового ввода необходимо внешнее подтягивание каждого разряда порта к уровню логической единицы.

Port2(P2.0 – P2.7), Port3(P3.0 – P3.7) — Двухнаправленные 8-ми разрядные параллельные порты ввода-вывода. При записи в бит регистра порта логической единицы, соответствующая линия порта переходит в режим высокоимпедансного входа со слабым подтягиванием сигнала к уровню логической единицы.

Формат и адреса портов P0-P3 приведены на рисунке 8. На этом же рисунке показаны адреса отдельных битов портов в битовом пространстве



а)



б)

памяти.

Рисунок 8 – Адреса SFR параллельных портов

Микроконтроллер ADuC842 в лабораторном практикуме исследуется в составе учебного

лабораторного стенда LESO1, для того чтобы определить какое периферийное устройство подключено к какому порту следует изучить принципиальную схему учебного стенда.

Задание

Зарисовать в тетрадь функциональные схемы портов ввода-вывода, а также схемы подключения внешних устройств к параллельным портам (индикатор и кнопка), знать назначение всех компонентов.

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Эквивалентная схема подключения светодиода к параллельному порту.
3. Эквивалентная схема подключения источника цифрового сигнала к параллельному порту.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №3.

Изучение схемы подключения матричной клавиатуры к МК ADuC842

Цель работы: изучить особенности работы параллельных портов микроконтроллера, а также изучить схемы подключения кнопок и матричной клавиатуры к микроконтроллеру.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

не требуется.

Теоретические сведения

Применение матричной клавиатуры для ввода информации в микропроцессорную систему

Для реализации взаимодействия пользователя с микропроцессорной системой используют различные устройства ввода-вывода информации. В самом простом случае в роли устройства ввода может выступать кнопка, представляющая собой элементарный механизм, осуществляющий замыкание-размыкание контактов под действием внешней механической силы. Схема подключения кнопки к линии ввода параллельного порта ввода микроконтроллера показана на рисунке 9. Когда контакты кнопки S1 разомкнуты через резистор R1 на вход контроллера поступает высокий логический уровень —1, когда же контакты замкнуты, то вход оказывается соединенным с общим проводом, что соответствует логическому уровню —0. Если параллельный порт микроконтроллера имеет встроенный генератор тока, то в схеме можно обойтись без резистора R1.

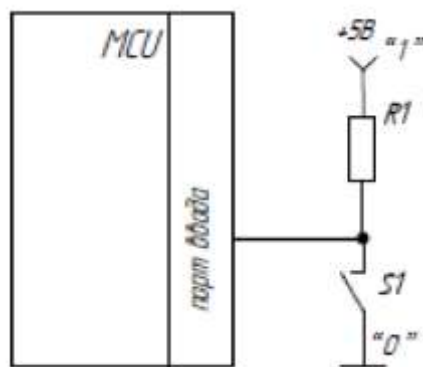


Рисунок 9 – Подключение одиночной кнопки к параллельному порту

Недостаток приведенной схемы заключается в том, что для подключения каждой кнопки требуется отдельная линия параллельного порта. Так как часто требуется вводить информацию с большого количества кнопок, то для уменьшения количества линий ввода-вывода используется клавиатура, представляющая собой двухмерную матрицу кнопок, организованных в ряды и столбцы (рисунок 10).

Подключение клавиатуры отличается от схемы подключения одиночной кнопки тем, что потенциал общего провода на опрашиваемые кнопки подается не непосредственно, а через порт вывода.

В каждый момент времени сигнал низкого уровня (логический ноль) подается только на один столбец кнопок, на остальные должна подаваться логическая единица. Это исключит неоднозначность определения номера нажатой кнопки. Двоичные сигналы, присутствующие при этом на строках клавиатуры, считываются через порт ввода микроконтроллера.

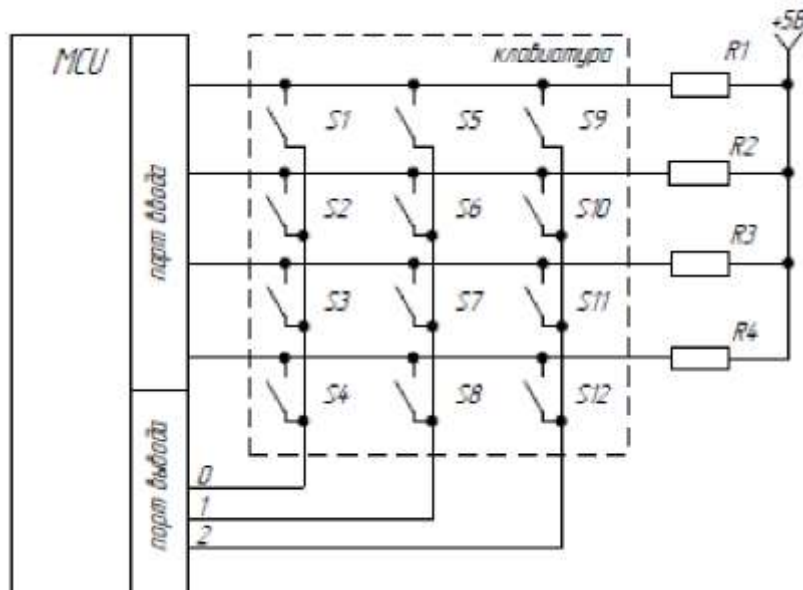


Рисунок 10 – Подключение матричной клавиатуры к параллельному порту

Временная диаграмма напряжений на портах вывода при выполнении программы опроса клавиатуры приведена на рисунке 11.

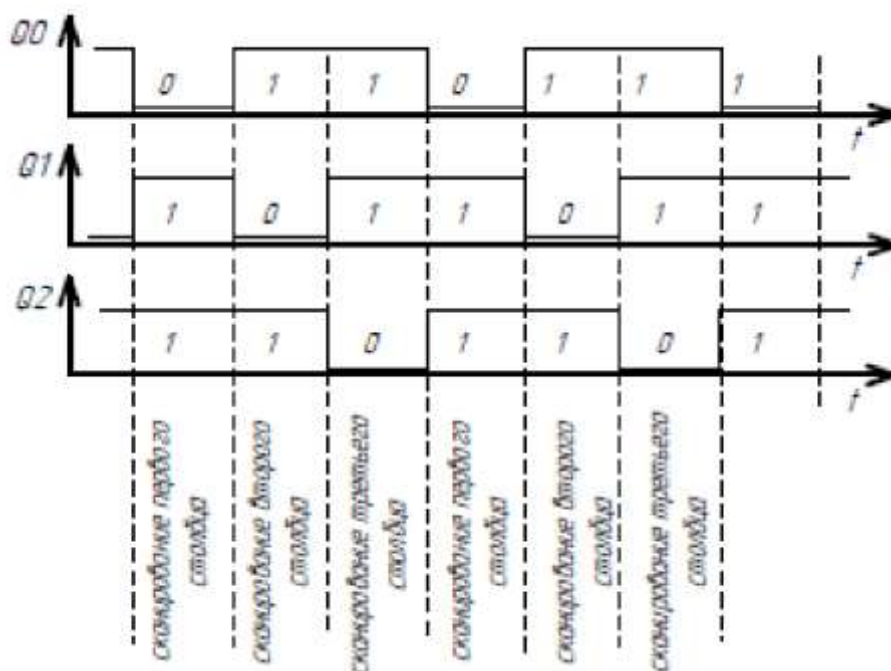


Рисунок 11 – Временные диаграммы работы порта вывода

В каждый момент времени производится чтения информации из порта ввода. Программа микроконтроллера по считанной комбинации должна определить номер нажатой кнопки клавиатуры.

Задание

Зарисовать в тетрадь схемы подключения одиночной кнопки и матричной клавиатуры к параллельным портам (индикатор и кнопка), знать назначение всех компонентов.

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Эквивалентная схема подключения кнопки к параллельному порту.
3. Эквивалентная схема подключения клавиатуры к параллельному порту.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №4.

Изучение схемы подключения ЖКИ к МК ADuC842

Цель работы: изучить особенности организации работы с ЖКИ

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

не требуется.

Теоретические сведения

1. Устройство и принцип работы символьного жидкокристаллического индикатора

В настоящее время в микропроцессорных системах для отображения широко используют жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ). Условно все ЖКИ можно разделить на две категории: символьные, или знакосинтезирующие, и графические. Графические индикаторы представляют собой матрицу из m строк и n столбцов, на пересечении которых находятся пиксели. Пиксель представляет собой неделимый объект прямоугольной или круглой формы, обладающий определённым цветом; пиксель – наименьшая единица растрового изображения. Если на определенный столбец и строку подать электрический сигнал, то пиксель на их пересечении изменит свой цвет. Подавая группу сигналов на столбцы и строки можно формировать по точкам произвольное графическое изображение. Так работает графический ЖКИ. В символьном же ЖКИ матрица пикселей разбита на подматрицы, каждая подматрица предназначена для формирования одного символа: цифры, буквы или знака препинания. Как правило, для формирования одного символа используют матрицу из восьмистрок и пяти столбцов. Символьные индикаторы бывают одно-, двух- и четырехстрочными.

Для упрощения взаимодействия микропроцессорной системы и ЖКИ используют специализированную микросхему – контроллер (драйвер) ЖКИ. Он управляет пикселями жидкокристаллического дисплея и интерфейсной частью индикатора. Обычно такой контроллер входит в состав индикатора. В целом жидкокристаллический индикатор представляет собой печатную плату, на которой смонтирован сам дисплей, контроллер и необходимые дополнительные электронные компоненты. Внешний вид ЖКИ показан на рисунке ниже.



Рисунок 20 – Внешний вид жидкокристаллического индикатора

В учебном стенде LESO1 использован двухстрочный восьмисимвольный ЖКИ. Структурная схема показана на рисунке 21.

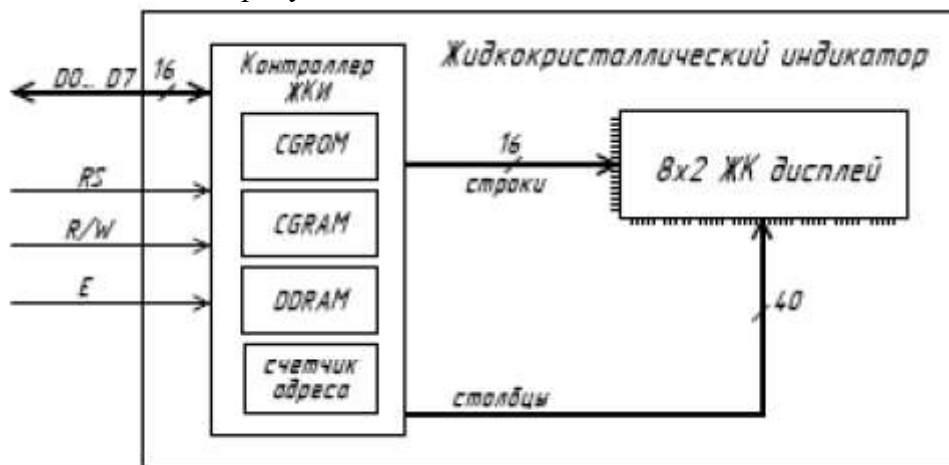


Рисунок 21 – Структурная схема ЖКИ

В состав контроллера ЖКИ входят три вида памяти: **CGROM**, **CGRAM**, **DDRAM**. Когда микроконтроллер передает в контроллер ЖКИ ASCII-коды символов, то они записываются в **DDRAM** (Display data RAM – ОЗУ ASCII-кодов отображаемых символов), такую память

называют **видеопамью** или **видеобуфером**. Videобуфер в символьных индикаторах обычно содержит 80 ячеек памяти – больше, чем число знакомест дисплея. У двухстрочных индикаторов ячейки с адресами от 0x00 и до 0x27 отображаются на верхней строке дисплея, а ячейки с адресами 0x40 ... 0x67 – на нижней строке. Смещая видимое окно дисплея относительно DDRAM, можно отображать на дисплее различные области видеопамети. Сдвиг окна индикатора относительно видеобуфера для верхней и нижней строк происходит синхронно, как это показано на рисунке 22. Курсор будет виден на индикаторе только в том случае, если он попал в зону видимости дисплея (и если предварительно была подана команда отображать курсор).

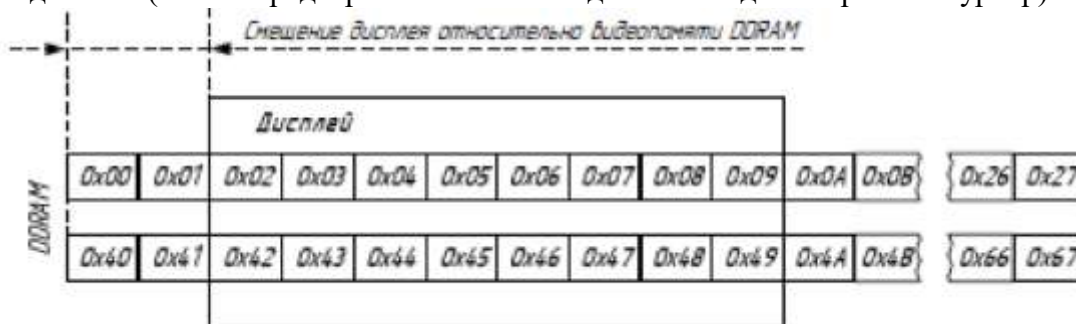


Рисунок 22 – Отображение символов из видеобуфера

Матрицы начертания символов хранятся в памяти знакогенератора. Память знакогенератора включает в себя **CGROM** (Character generator ROM – ПЗУ знакогенератора), в которую на заводе-изготовителе загружены начертания символов таблицы ASCII. Содержимое CGROM изменить нельзя. Для того, чтобы пользователь смог самостоятельно задать начертание нужных ему символов, в знакогенераторе имеется специальное ОЗУ – **CGRAM** (Character generator RAM). Под ячейки CGRAM отведены первые (младшие) 16 адресов таблицы кодов.

Схема подключения ЖКИ к микроконтроллеру ADuC842 показана ниже на рисунке:

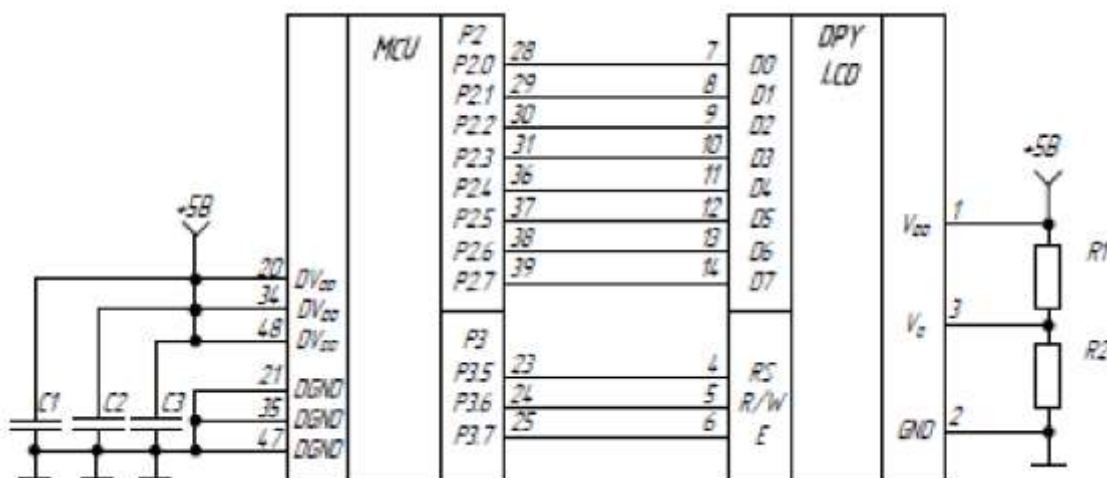


Рисунок 23 – Схема подключения ЖКИ к микроконтроллеру

Интерфейс подключения – параллельный. Для соединения индикатора с микроконтроллером используется 11 линий — восемь для передачи данных (**D0 - D7**) и три линии управления. Линия **RS** служит для сообщения контроллеру индикатора о том, что именно передается по шине: команда или данные (**RS = 1** — данные, **RS = 0** — команда). По линии **E** передается строб- сигнал, сопровождающий запись или чтение данных: по переходу сигнала на линии **E** из 1 в 0 осуществляется запись данных во входной буфер микроконтроллера индикатора. Запись информации в ЖКИ происходит по спаду этого сигнала. Потенциал на управляющем выводе **R/W** (Read/Write) задает направление передачи информации, при **R/W = 0** осуществляется запись в память индикатора, при **R/W = 1** – чтение из нее. Еще три линии предназначены для подачи питающего напряжения (**VDD**, **GND**) и напряжения смещения, которое управляет контрастностью дисплея.

Диаграммы передачи данных от управляющего микроконтроллера к контроллеру ЖКИ и

от контроллера ЖКИ в управляющий микроконтроллер показаны на рисунках 24 и 25 соответственно.

После приема информации контроллеру ЖКИ требуется некоторое время на выполнение команд, в это время управляющий контроллер не должен давать следующую команду или пересылать данные.

Рисунок 24 – Диаграмма передачи информации контроллеру ЖКИ

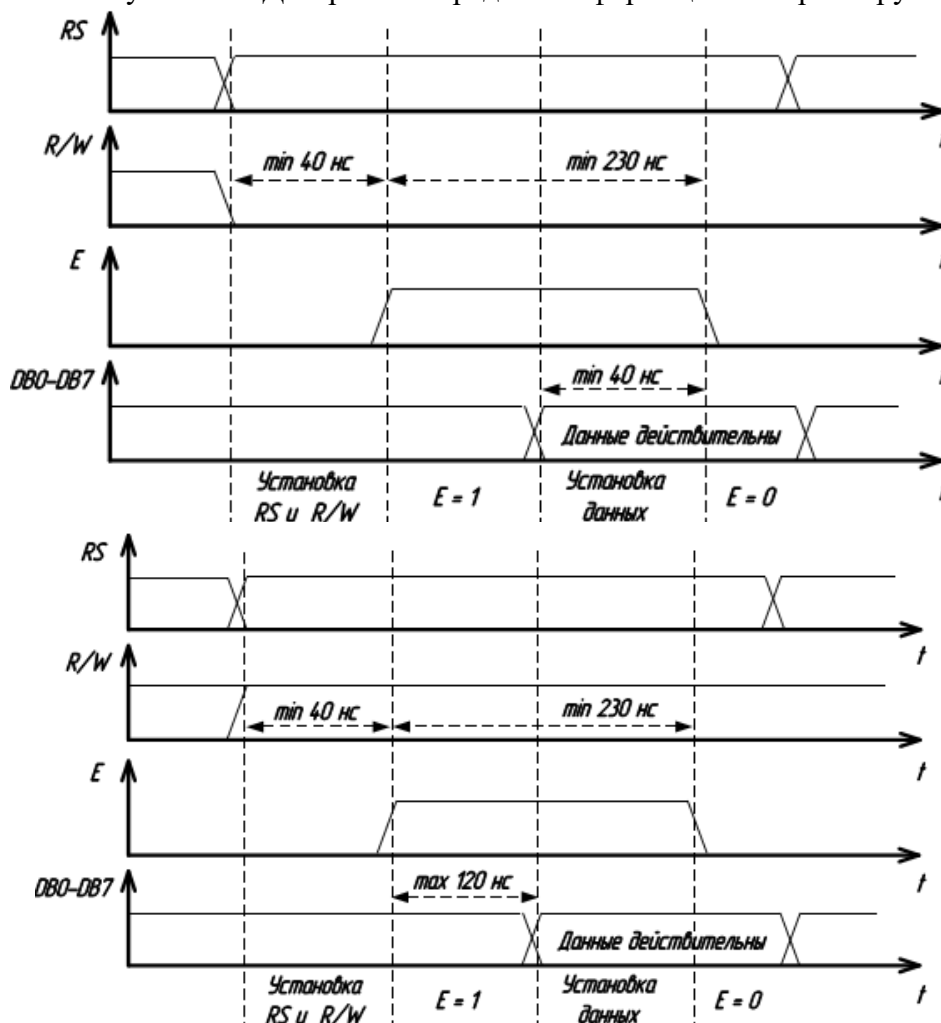


Рисунок 25 – Диаграмма чтения информации из контроллера ЖКИ

В таблице 8 приведены команды контроллера ЖКИ и время, необходимое для выполнения этих команд. Для того чтобы можно было определить, когда ЖКИ закончит свои внутренние операции, контроллер ЖКИ содержит специальный флаг занятости – **BUSY-флаг (BF)**. Если контроллер занят выполнением внутренних операций, то **BF** установлен (**BF = 1**), если же контроллер готов принять следующую команду, то **BF** сброшен (**BF = 0**). Более простой способ организации обмена заключается в том, что управляющий микроконтроллер, зная, сколько времени требуется ЖКИ на обработку той или иной команды, после каждой передачи информации ждет соответствующее время.

Команда	Код										Описание	Время исполнения команды
	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Очистка дисплея	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Записывает код 0x20 (пробел) во все ячейки DDRAM, устанавливает счетчик адреса DDRAM в 0x00.	1,5 мс
Возврат в начальную позицию	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	Устанавливает счетчик адреса DDRAM в 0x00 и возвращает курсор в начальную позицию. Содержимое DDRAM не изменяется.	1,5 мс
Установка режима ввода	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Задает направление перемещения курсора (I/D) и разрешает сдвиг сразу всех символов (SH).	38 мкс
Включение-выключение дисплея	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Устанавливает/отключает биты, отвечающие за включение дисплея (D), отображение курсора (C), мерцание курсора (B).	38 мкс
Сдвиг курсора или видимой области дисплея	0	0	0	0	0	1	D/C	R/L	x	x	Бит D/C определяет то, что будет перемещаться – видимая область дисплея или курсор (при D/C = 1 перемещается видимая область, при D/C = 0 – курсор), R/L задает направление перемещения. DDRAM не изменяется.	38 мкс
Начальные установки	0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x	Определяет разрядность шины интерфейса (DL = 1 – 8-бит, DL = 0 – 4-бита), количества строк на дисплее (N = 1 – две строки, N = 0 – одна строка) и размера символов (F = 1 – 5×11 точек, F = 0 – 5×8 точек).	38 мкс
Установка адреса CGRAM	0	0	0	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Установка счетчика адреса CGRAM.	38 мкс
Установка адреса DDRAM	0	0	1	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Установка счетчика адреса DDRAM.	38 мкс
Чтение BF и счетчика адреса	0	1	BF	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Если BF = 1 то контроллер ЖКИ выполняет внутреннюю операцию. A6-A0 – текущее значение адреса DDRAM.	0
Запись данных в RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Запись данных в ОЗУ (DDRAM или CGRAM).	38 мкс
Чтение данных из RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Чтение данных из ОЗУ (DDRAM или CGRAM).	38 мкс

Таблица 8 – Команды контроллера ЖКИ

Задание

Зарисовать в тетрадь структурную схему ЖКИ и схему подключения ЖКИ к МК, временные диаграммы обмена информацией между ЖКИ и МК.

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Структурная схема ЖКИ.
3. Схема подключения ЖКИ к МК
4. Временные диаграммы работы с ЖКИ

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №5.

Изучение ассемблера и системы команд МК AVR

Цель работы: изучить основные понятия ассемблера и систему команд МК AVR

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

не требуется

Теоретические сведения

Основные понятия

Ассемблер - это инструмент, с помощью которого создаётся программа для микроконтроллера. Ассемблер транслирует ассемблируемый исходный код программы в объектный код, который может использоваться в симуляторах или эмуляторах AVR. Также ассемблер генерирует код, который может быть не посредственно введен в программную память микроконтроллера.

При работе с ассемблером нет никакой необходимости в непосредственном соединении с микроконтроллером.

Язык ассемблера - это символическое представление машинного языка. Все процессы в машине на самом низком, аппаратном уровне приводятся в действие только командами (инструкциями) машинного языка. Отсюда понятно, что, несмотря на общее название, язык ассемблера для каждого типа компьютера свой.

Программа на ассемблере представляет собой совокупность блоков памяти, называемых сегментами памяти. Программа может состоять из одного или нескольких таких блоков-сегментов. Каждый сегмент содержит совокупность предложений языка, каждое из которых занимает отдельную строку кода программы.

Предложения ассемблера бывают четырех типов:

1) команды или инструкции, представляющие собой символические аналоги машинных команд. В процессе трансляции инструкции ассемблера преобразуются в соответствующие команды системы команд микропроцессора;

2) макрокоманды - оформляемые определенным образом предложения текста программы, замещаемые во время трансляции другими предложениями;

3) директивы, являющиеся указанием транслятору ассемблера на выполнение некоторых действий. У директив нет аналогов в машинном представлении;

4) строки комментариев, содержащие любые символы, в том числе и буквы русского алфавита. Комментарии игнорируются транслятором.

Предложения, составляющие программу, могут представлять собой синтаксическую конструкцию, соответствующую команде, макрокоманде, директиве или комментарию. Для того чтобы транслятор ассемблера мог распознать их, они должны формироваться по определенным синтаксическим правилам. Для этого лучше всего использовать формальное описание синтаксиса языка наподобие правил грамматики.

Исходный файл, с которым работает ассемблер, должен содержать мнемоники, директивы и метки.

Мнемоника – это краткое буквенное обозначение команды:

СЛОЖЕНИЕ→ADDITION→ADD

Перед каждой строкой программы можно ставить метку, которая является алфавитно-цифровой строкой, заканчивающейся двоеточием. Метки используются как указание для безусловного перехода и команд условного перехода.

Строка программы может быть в одной из четырёх форм:

[Метка:] директива [операнды] [Комментарий]

[Метка:] команда [операнды] [Комментарий]

Комментарий

Пустая строка

Символы квадратной скобки [...] означают, что использование элемента необязательно.

Практически каждое предложение содержит описание объекта, над которым или при помощи которого выполняется некоторое действие. Эти объекты называются *операндами* - это объекты (некоторые значения, регистры или ячейки памяти), на которые действуют инструкции или директивы, либо это объекты, которые определяют или уточняют действие инструкций или директив.

Комментарий имеет следующую форму:

; [Текст]

Таким образом любой текст после символа “ ; ” игнорируется ассемблером и имеет значение только для пользователя.

Операнды можно задавать в различных форматах:

десятичный: 10,255

шестнадцатеричный (два способа): 0x1a или \$1a

двоичный: 0b00001010,0b11111111

восьмеричный: 010, 077

Символы языка ассемблера

Допустимыми символами при написании текста программ являются:

1) все латинские буквы: A-Z, a-z. При этом заглавные и строчные буквы считаются эквивалентными;

2) цифры от 0 до 9;

3) знаки ?, @, \$, _, &;

4) разделители , . [] () < > { } + / * % ! ' " ? = # ^.

Предложения ассемблера формируются из лексем, представляющих собой синтаксически неразделимые последовательности допустимых символов языка, имеющие смысл для транслятора.

Директивы ассемблера

Ассемблер поддерживает множество директив. Директивы не транслируются непосредственно в коды операции. Напротив, они используются, чтобы корректировать местоположение программы в памяти, определять макрокоманды, инициализировать память и так далее. То есть это указания самому ассемблеру, а не команды микроконтроллера.

Все директивы ассемблера приведены в табл. 1.

Таблица 1. Директивы ассемблера

Директива	Описание
BYTE	Зарезервировать байт под переменную
CSEG	Сегмент кодов
DB	Задать постоянным(и) байт(ы) в памяти
DEF	Задать символическое имя регистру
DEVICE	Задать для какого типа микроконтроллера компилировать
DSEG	Сегмент данных
DW	Задать постоянное(ые) слово(а) в памяти
EQU	Установите символ равный выражению
ESEG	Сегмент EEPROM
EXIT	Выход из файла
INCLUDE	Включить исходный код из другого файла
LIST	Включить генерацию .lst - файла
NOLIST	Выключить генерацию .lst - файла
ORG	Начальный адрес программы
SET	Установите символ равный выражению

Синтаксис всех директив следующий:

. <директива>

То есть перед директивой должна стоять точка. Иначе ассемблер воспринимает это как метку.

Поясним наиболее важные директивы ассемблера.

1. *CSEG- Codesegment* - указывает на начало сегмента кодов. Ассемблируемый файл может иметь несколько кодовых сегментов, которые будут объединены в один при ассемблировании.

Синтаксис:

• CSEG

Пример:

```
.DSEG          ; Начало сегмента данных
var1: .BYTE 4   ; Резервируется 4 байта в СОЗУ
.CSEG          ; Начало сегмента кодов
const: .DW 2    ; Записать 0x0002 в программной памяти
mov r1,r0      ; Что-то делать
```

0. *DSEG* – *DataSegment* - указывает на начало сегмента данных. Ассемблируемый файл может содержать несколько сегментов данных, которые потом будут собраны в один при ассемблировании. Обычно сегмент данных состоит лишь из директивы *BYTE* и меток.

Синтаксис:

- *DSEG*

Пример:

```
.DSEG          ; Начало сегмента данных
var1: .BYTE 1   ; Резервировать 1 байт под переменную
table: .BYTE tab_size ; Резервировать tab_size байтов.
.CSEG
ldi r30,low(var1)
ldi r31,high(var1)
ld r1,Z
```

ESEG - EEPROM Segment

0. *ESEG* - *EEPROMSegment* - указывает на начало сегмента *EEPROM* памяти. Ассемблируемый файл может содержать несколько *EEPROM* сегментов, которые будут собраны в один сегмент при ассемблировании. Обычно сегмент *EEPROM* состоит из *DB* и *DW* директив (и меток). Сегмент *EEPROM* памяти имеет свой собственный счетчик. Директива *ORG* может использоваться для размещения переменных в нужной области *EEPROM*.

Синтаксис:

- *ESEG*

Пример:

```
.DSEG          ; Начало сегмента данных
var1: .BYTE 1   ; Резервировать 1 байт под переменную
table: .BYTE tab_size ; Зарезервировать tab_size байт.
.ESEG
eevar1: .DW 0xffff ; Записать 1 слово в EEPROM
```

0. *ORG* - *установить адрес начала программы* - присваивает значения локальным счетчикам. Используется только совместно с директивами *.CSEG*, *.DSEG*, *.ESEG*.

Синтаксис:

- *ORG*<адрес>

Пример:


```

.DSEG                ; Начало сегмента данных
.ORG 0x37             ; Установить адрес СОЗУ на 37h

variable: .BYTE 1     ; Зарезервировать байт СОЗУ по адресу 37h
.CSEG
.ORG 0x10             ; Установить счетчик команд на адрес 10h
mov r0,r1             ; Чего-нибудь делать

```

0. *DB* – *определить байт(ы) в программной памяти или в EEPROM*- резервирует ресурсы памяти в программной памяти или в EEPROM. Директиве должна предшествовать метка. *DB* задает список выражений, и должна содержать по крайней мере одно выражение. Размещать директиву следует в сегменте кодов или в EEPROM сегменте. Список выражений представляет собой последовательность выражений, разделенных запятыми. Каждое выражение должно быть величиной между -128 и 255. Если директива указывается в сегменте кодов и список выражений содержит более двух величин, то выражения будут записаны так, что 2 байта будут размещаться в каждом слове Flash-памяти.

Синтаксис:

LABEL: .DB< список выражений>

Пример:

```

.CSEG
consts: .DB 0, 255, 0b01010101, -128, 0xaa
.ESEG
const2: .DB 1, 2, 3

```

0. *DW* – *определить слово в программной памяти или в EEPROM* - Директива *DW* резервирует ресурсы памяти в программной памяти или в EEPROM. Директиве должна предшествовать метка. *DW* задает список выражений, . и должна содержать по крайней мере одно выражение. Размещать директиву следует в сегменте кодов или в EEPROM сегменте. Список выражений представляет собой последовательность выражений, разделенных запятыми. Каждое выражение должно быть величиной между -32768 и 65535.

Синтаксис:

LABEL: .DW< список выражений>

Пример:

```

.CSEG
varlist: .DW 0, 0xffff, 0b1001110001010101, -32768, 65535
.ESEG
eevarlist: .DW 0, 0xffff, 10

```

0. *DEF* – *присвоить имя регистру*- позволяет присвоить символическое имя регистру. Регистр может иметь несколько символических имен.

Синтаксис:

.DEF< Имя>-<Регистр>

Пример:

```
.DEF temp=R16
.DEF ior=R0
.CSEG
ldi temp,0xf0      ; Загрузить 0xf0 в регистр temp
in ior,0x3f        ; Прочитать SREG в регистр ior
eor temp, ior      ; Выполнить операцию
```

0. *EQU* – присвоить имя выражению- директива присваивает значение метке. Эта метка может быть использована в других выражениях. Значение этой метки нельзя изменить или переопределить.

Синтаксис:

.EQU< метка>=<выражение>

Пример:

```
.EQU io_offset = 0x23
.EQU porta      = io_offset + 2
.CSEG           ; Начало сегмента кодов
clr r2          ; Очистить регистр r2
out porta,r2    ; Записать в порт A
```

9. *INCLUDE* – вставить другой файл - директива говорит Ассемблеру начать читать из другого файл. Ассемблер будет ассемблировать этот файл до конца файла или до директивы *EXIT*. Включаемый файл может сам включать директивы *INCLUDE*.

Синтаксис:

.INCLUDE"<имя файла>"

Пример:

```
.EQU sreg = 0x3f      ; Регистр статуса
.EQU sphigh = 0x3e    ; Старший байт указателя стека.
.EQU splow  = 0x3d    ; Младший байт указателя стека.
; incdemo.asm
.INCLUDE "iodefs.asm"; Включить файл «iodefs.asm»
in r0,sreg            ; Прочитать регистр статуса
```

10. *EXIT* – выйти из файла – директива позволяет ассемблеру остановить ассемблирование текущего файла. Обычно ассемблер работает до конца файла. Если он встретит директиву *EXIT*, то продолжит ассемблировать со строки, следующей за директивой *INCLUDE*.

Синтаксис:

.EXIT

Пример:

.EXIT ; выйти из этого файла

11. *DEVICE* – указать для какого микроконтроллера ассемблировать - директива позволяет пользователю сообщить ассемблеру, для какого типа устройства пишется программа. Если ассемблер встретит команду, которая не поддерживается указанным типом микроконтроллера, то будет выдано сообщение. Также сообщение появится в случае, если размер программы превысит объем имеющейся в этом устройстве памяти.

Синтаксис:

```
.DEVICE AT90S1200 | AT90S2313 | AT90S2323 | AT90S2333 | AT90S2343 |
AT90S4414 | AT90S4433 | AT90S4434 | AT90S8515 | AT90S8534 |
AT90S8535 | ATtiny11 | ATtiny12 | ATtiny22 | ATmega603 |
ATmega103 | ATmega8535
```

Пример:

```
.DEVICE ATmega8535 ;использовать ATmega8535
.CSEG
.ORG 0000
jmp label1 ;При асемблировании появиться сообщение, что
;ATmega8535 не поддерживает команду jmp
```

Система команд микроконтроллеров ATMEl семейства AVR очень большая и в тоже время эффективная. Одной из отличительных особенностей микроконтроллеров AVR является то, что почти все команды выполняются за 1 тактовый цикл. Исключение составляют команды перехода. Это существенно увеличивает производительность микроконтроллера даже при относительно невысокой тактовой частоте.

Все команды можно классифицировать на 5 типов:

1. Арифметические команды.
2. Логические команды.
3. Команды перехода.
4. Команды передачи данных.
5. Побитовые команды и команды тестирования битов.

Система команд приведена **ПРИЛОЖЕНИИ 1.**

Некоторые особенности программирования

Память данных почти полностью доступна программе пользователя и большинство команд ассемблера предназначено для обмена данными с ней. Команды пересылки данных предоставляют возможность непосредственной и косвенной адресации ячеек СОЗУ, непосредственной адресации регистров ввода/вывода и регистров общего назначения. Так как каждому регистру сопоставлена ячейка памяти, то обращаться к ним можно не только командами адресации регистров, но и командами адресации ячеек СОЗУ.

```
IN Rd,P ; загрузить данные из порта I/O с номером P
; в регистр Rd
OUT P,Rd ; записать данные из регистра Rd в порт I/O
; с номером P.
```

Пример, команда:

То же самое относится и к регистрам ввода/вывода. Для них предусмотрены специальные команды:

```
MOV R10,R15 ; скопировать регистр R15 в регистр R10 делает
; абсолютно то же самое, что и команда:
LDS R10,$0015 ; загрузить в регистр R10 содержимое ячейки с
; адресом $0015
```

При использовании этих команд номер порта указывается в диапазоне $0 < P < 63$. При использовании команд адресации ячеек памяти для работы с регистрами ввода/вывода указывается адрес регистра в памяти данных \$0020-\$005F.

Пример применения разных команд:

```
LDI R16,$FF
OUT $12,R16 ; записать в PORTD число 255
STS $0032,R16 ; записать непосредственно в ячейку $0032
```

Адрес регистра ввода/вывода в СОЗУ получается прибавлением к номеру порта числа \$20.

Памятью программ является ПЗУ и изменяется только при программировании кристалла. Константы можно располагать в памяти программ в виде слов.

Пример: .dw\$033f,\$676d,\$7653,\$237e,\$777f

Для работы с данными, расположенными в памяти программ, предусмотрена команда LPM-загрузить байт памяти программ, на который указывает регистр Z в регистр R0.

Адрес байта константы определяется содержимым регистра Z. Старшие 15 битов определяют слово адреса (от 0 до 4к) состояние младшего бита определяет выбор младшего байта (0) или старшего байта (1).

При работе с портами ввода/вывода следует учитывать следующую особенность: если вывод порта сконфигурирован как выход, то его переключение производится через регистр данных (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD), если вывод сконфигурирован как вход, то его опрос

следует производить через регистр выводов входа порта (PINA, PINB, PINC, PIND).

Особенностью использования арифметических и логических команд является то, что некоторые из них работают только с регистрами R16-R31.

Пример:

CPIRd, k — сравнить регистр Rdc константой K, $16 < d < 31$.

Команды SBIR и SBIC работают только с младшими 32-мя регистрами ввода/вывода.

При использовании подпрограмм нужно обязательно определять стек! Для этого нужно занести значения адреса вершины стека в регистры SPH и SPL.

Задание 1

1. Рассмотрите пример приведенной программы на ассемблере, определите основные использованные директивы. В тетради опишите их назначение, приведите примеры комментариев и операндов. Приведите примеры строк из программы, которые соответствуют формам:

[Метка:] директива [операнды] [Комментарий],

[Метка:] команда [операнды] [Комментарий].

Обозначьте все элементы (метки, директивы, команды (мнемоника), операнды, комментарии).

Программа, написанная на ассемблере, должна иметь определенную структуру. Предлагается следующий шаблон (для Atmega 8535):

```
-----  
; название программы,  
; краткое описание, необходимые пояснения  
-----  
  
; подключаемые дополнительные файлы  
.include "m8535def.inc" ; файл описания ATmega8535  
.include "<имя_файла1.расширение>" ; включение дополнительных  
.include "<имя_файла2.расширение>" ; файлов  
  
; глобальные константы  
.equ <имя1> = <константа1>  
.equ <имя2> = <константа2>  
  
; глобальные регистровые переменные  
.def <имя1> = <регистр1>  
.def <имя2> = <регистр2>  
  
; сегмент данных  
.dseg  
  
.org <адрес> ; адрес первого зарезервированного байта  
label1: .BYTE 1 ; резервировать 1 байт под переменную label1  
label2: .BYTE m ; резервировать m байт под переменную label2  
  
; сегмент EEPROM (ЭСППЗУ)
```



```

.eseg
.org <адрес>          ; адрес первого зарезервированного байта
.db выражение1, выражение2,... ; записать список байтов в EEPROM
.dw выражение1, выражение2,... ; записать список слов в EEPROM
;      сегмент кодов
.cseg
.org $0000           ; адрес начала программы в программной памяти
;      вектора прерываний (если они используются)
rjmp reset          ; прерывание по сбросу
.org $0002
rjmp INT0            ; обработчик прерывания INT0
.org $0004
rjmp INT1            ; обработчик прерывания INT1
.org adrINTx         ; адрес следующего обработчика прерываний
rjmp INTx            ; обработчик прерывания x
..... *            ; далее располагаются обработчики остальных
;                        ; прерываний
;      начало основной программы
main:  <команда> xxxx

;      подпрограмма 1
subr1: <команда> xxxx
..... *
ret

;      подпрограмма 2
subr2: <команда> xxxx
..... *
ret

;      программы обработчиков прерываний
INT0: <команда> xxxx
..... *
reti

..... *
;      конец программы никак не обозначается

```

Задание 2

Рассмотрите пример приведенной программы на ассемблере, определите основные использованные директивы и команды. В тетради опишите их назначение (используйте ПРИЛОЖЕНИЕ 1). Приведите примеры строк из программы, которые соответствуют формам:

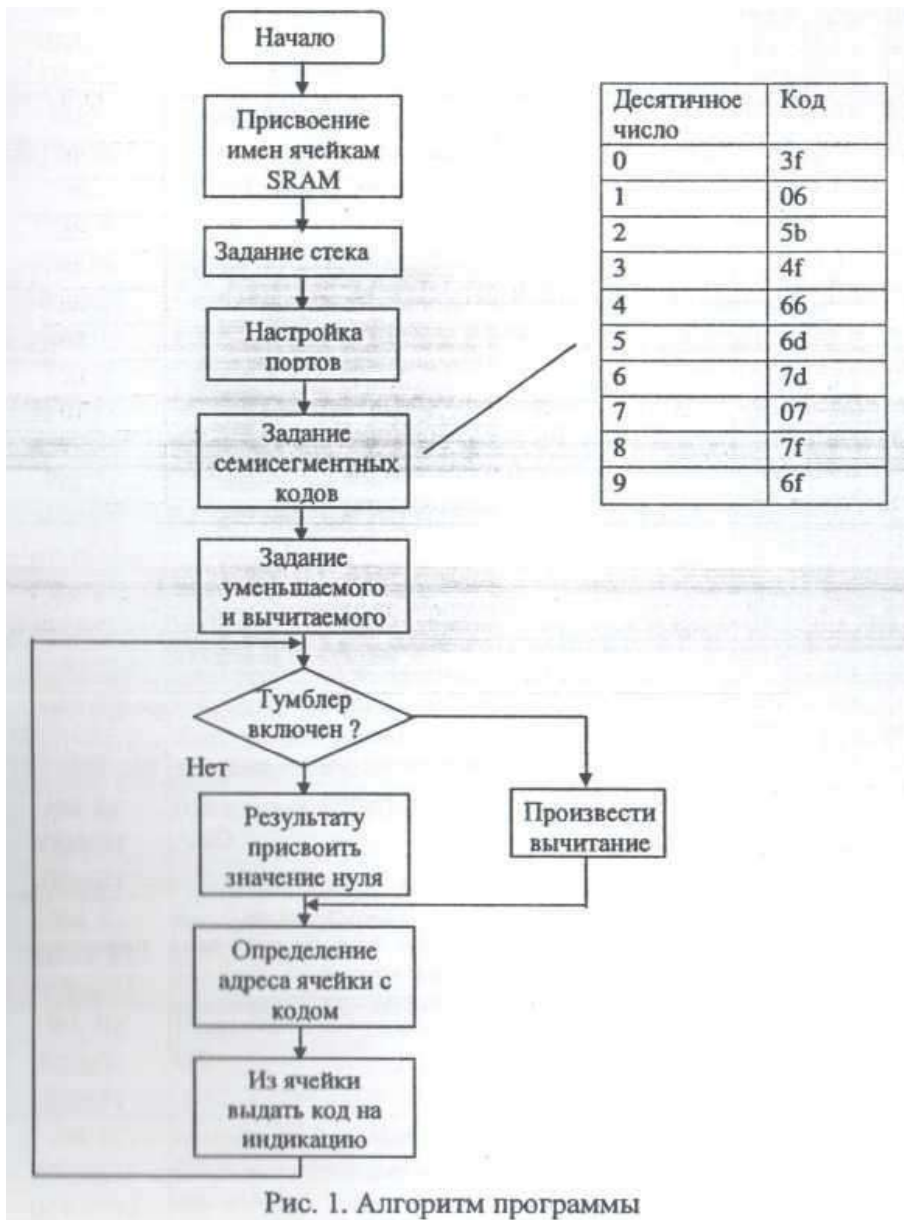


Рис. 1. Алгоритм программы

[Метка:] директива [операнды] [Комментарий],

[Метка:] команда [операнды] [Комментарий].

Обозначьте все элементы (метки, директивы, команды (мнемоника), операнды, комментарии).

Простейшая программа демонстрирует использование директив ассемблера. Программа вычитает из числа 5 число 3. Если подан сигнал разрешения («1» на вход PA4), то на индикацию (сегменты - биты PC0...PC7, индикатор - бит PB3) выдать результат вычитания. Если нет разрешения, то на индикацию вывести цифру ноль. На рис. 1 приведен алгоритм программы

Листинг программы

```

; Программа №1
.include "m8535def.inc" ;включить файл - описание для ATmega8535
.dseg ;сегмент данных
.equ    cod0=$64 ;присвоение имен ячейкам SRAM
.equ    cod1=$65
.equ    cod2=$66
.equ    cod3=$67
.equ    cod4=$68
.equ    cod5=$69
.equ    cod6=$6a
.equ    cod7=$6b
.equ    cod8=$6c
.equ    cod9=$6d

.cseg
.org    0
rjmp    reset
.org    $30 ;начало программы
reset:
ldi     r16,$00 ;определение стека с вершиной по адресу $00ff
out     sph,r16
ldi     r16,$ff
out     spl,r16

```



```

ldi z1,$64 ;задание адреса начала зарезервированных ячеек
ldi zh,$00

ldi r16,$ff ;настроить порт C на выход
out ddrc,r16
ldi r16,00 ;настроить порт A на вход
out ddra,r16
ldi r16,$c ;настроить порт B: биты 2 и 3 на выход, остальные на вход
out ddrb,r16
ldi r16,$f0 ;настроить порт D: биты 0...4 на вход, остальные на выход
out ddrd,r16

sbi portB,3 ;выдать 1 на разряд 3 порта B
ldi r17,$3f ;задание семисегментных кодов
sts cod0,r17
ldi r17,$06
sts cod1,r17
ldi r17,$5b
sts cod2,r17
ldi r17,$4f
sts cod3,r17
ldi r17,$66
sts cod4,r17
ldi r17,$6d
sts cod5,r17
ldi r17,$7d
sts cod6,r17
ldi r17,$07
sts cod7,r17
ldi r17,$7f
sts cod8,r17
ldi r17,$6f
sts cod9,r17

ldi r17,5 ;задание уменьшаемого
ldi r18,3 ;задание вычитаемого
m1: sbis pina,4 ;если включен тумблер SA1,то пропустить
rjmp m2 ;следующую команду
mov r20,r17 ; в r20 поместить уменьшаемое
sub r20,r18 ; вычесть вычитаемое
rjmp vv
m2: ldi r20,0
vv: push z1 ;сохранить z1 в стеке
add z1,r20 ;сложить z1 с результатом
ld r0,z ;семисегментный код результата переслать в r20
pop z1 ;извлечь z1 из стека
out portc,r0 ;выдать результат на индикацию
rjmp m1

```

Контрольные вопросы

1. Ассемблер – это...
2. Директива – это...
3. Мнемоника – это...
4. В каких форматах можно задавать операнды в ассемблере?
5. Каково назначение комментариев в программе?
6. Каково назначение директивы CSEG?
7. Каково назначение директивы DB?
8. Каково назначение директивы DW?
9. Каково назначение директивы EXIT?
10. Каково назначение директивы DEVICE?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Основные понятия и определения
3. Выполненное задание
4. Ответы на контрольные вопросы
5. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №6.

Изучение работы среды программирования AVRStudio

Цель работы: изучить основные функции по созданию программ в среде программирования и отладки AVRStudio.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Стенд «Микроконтроллер», ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Т.к. микроконтроллер ATmega8535 является программируемым, пользователь должен освоить его программирование в различных программных средах и в различных языках высокого и низкого уровня.

Среди наиболее популярных методов написания программ можно выделить:

-написание программ на машинном коде микроконтроллера. Программы написанные таким способом, являются наиболее быстродействующими, однако для их написания требуется высокая квалификация программиста и глубокое знание архитектуры процессора;

-написание программы на ассемблере. Написание программ на ассемблере существенно проще, чем на машинном коде, однако также требует высокой квалификации программиста. Следует отметить, что язык ассемблера обычно жестко привязан к конкретному типу микропроцессора и может существенно отличаться для разных микропроцессоров одного производителя;

-написание программы на языке высокого уровня (например, Си). Такие программы обычно являются кросс-платформенными, то есть практически не отличаются по синтаксису для микропроцессоров разных типов. Пользователь пишет программу на языке высокого уровня, а компилятор преобразует ее в ассемблер и машинный код конкретного микропроцессора. Однако обычно использование языка высокого уровня при написании программ для микроконтроллеров может существенно ограничить их быстродействие.

Создание проекта в среде AVRStudio

Для написания программ, необходимо создать проект.

С лабораторным комплексом поставляется программа AVRStudiover. 4. Действия по созданию проекта и работе с программой в разных версиях AVRStudio могут несколько отличаться, однако большинство действий соответствуют изложенным далее пунктам.

1. Запустить программу AVRStudio. Ярлык для запуска программы находится на рабочем столе или в меню «Пуск» Windows. В появившемся окне приветствия программы будет предложено создать новый проект или открыть существующий (рис. 1).
2. При выборе нового проекта появляется окно, в котором предлагается выбрать язык программы AtmelAvrAssemblerили AvrGCC.Здесь необходимо выбрать AtmelAvrAssembler, указать имя проекта и имя инициализационного файла с расширением *.asm. Рекомендуются, чтобы имена проекта и инициализационного файла совпадали.

Очень важно: не допускать в имени файла, проекта или пути символов кириллицы. После этого следует нажать кнопку «Next» (Далее).



Рис. 1. Окно приветствия AVR Studio



Рис. 2. Выбор языка программы

0. После выбора языка программы и имени проекта появляется окно выбора платформы (Debugplatform) и устройства (Device). Здесь необходимо выбрать AVR Simulator и процессор ATmega8535, который используется в лабораторном стенде. После этого следует нажать кнопку «Finish» (рис. 3).

0. При нажатии на кнопку «Finish» в программе открывается рабочее окно программирования (рис.4)

Рабочее окно содержит несколько областей:

- окно проекта «Project». Здесь отображается структура проекта, которая содержит его имя и список подключенных файлов и библиотек (рис.4 окно 1);

- центральная рабочая область, в которой осуществляется непосредственно набор программы (окно «2»);
- окно текущих сообщений «built» программы (окно «3»);
- окно регистров микроконтроллера «I/O View» (окно «4»),



Рис. 3. Выбор платформы и типа устройства

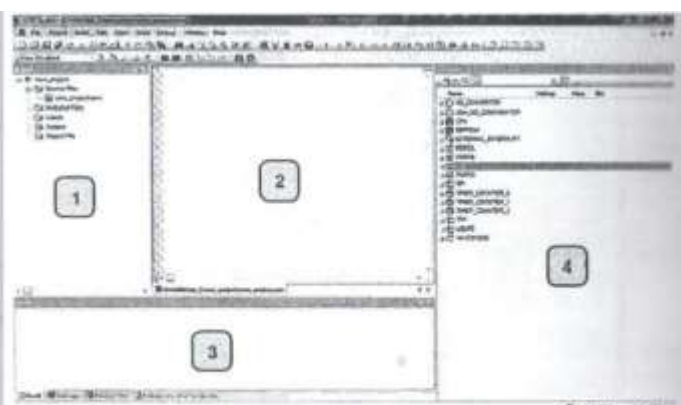


Рис. 4. Рабочее окно программы AVR Studio

В программное обеспечение AVRStudio встроено симулятор микроконтроллеров, с помощью которого можно отладить программу, найти в ней ошибки и исправить неточности в алгоритме, не осуществляя непосредственно программирования микросхемы контроллера. Также симулятор может быть полезен при написании программ в домашних условиях.

Симулятор AVRStudio осуществляет симуляцию микроконтроллера, его портов, таймеров, АЦП, прерываний и т.д. Поскольку симулятор работает с hex-файлом проекта, то для запуска эмулятора необходимо написать программу исключить из нее явные ошибки, с которыми создание hex-файла невозможно.

Для отладки программы в симуляторе необходимо после ее написания нажать сочетание клавиш Ctrl+F7 «Assemble and Run», после чего будет произведено ассемблирование программы и запуск эмулятора.

После успешной компиляции начало программы будет отмечено желтой стрелкой. Для управления процессами отладки программы в строке меню AVRStudio располагается меню «debug», а также панель функциональных кнопок управления симулятором, назначение которых приведено в табл. 1.

Таблица 1. Назначение кнопок управления эмулятором

Название	Сочетание клавиш	Назначение
Start Debugging (начать отладку)	Ctrl+Shift+Alt+F5	Начать процесс отладки программы в эмуляторе.
Stop Debugging (остановить отладку)	Ctrl+Shift+F5	Остановить процесс отладки программы и эмулятора.
Run (запуск эмуляции)	F5	Эмулятор запускается и циклически производит эмуляцию программы без отображения текущих изменений регистров контроллера на экране.
Break (приостановить эмуляцию)	Ctrl+F5	Команда временно приостанавливает эмулятор без потери данных.
Reset (остановить эмуляцию)	Shift+F5	Команда полностью останавливает эмулятор с потерей данных эмуляции.
Step into (Сделать один шаг вперед)	F10	Команда извлекает только одну инструкцию. После ее завершения все рабочие экраны эмулятора обновляются.
Auto Step (Автовыполнение)	Alt+F5	Команда выполняет эмуляцию программы в пошаговом автоматическом режиме с оперативным обновлением информации на экранах эмулятора после каждого шага.
Toggle breakpoint (Точка остановки)	F9	Команда добавляет или убирает пользовательскую точку остановки, при достижении которой программа будет приостановлена.

При симуляции программы рекомендуется выполнять пошаговое выполнение инструкций, пользуясь командой Step into (табл. 1). При этом необходимо контролировать содержимое регистров микроконтроллера, а также портов ввода/вывода.

Контроль состояния регистров и отдельных устройств микроконтроллера осуществляется в окне «4» (рис. 4). Каждое устройство можно развернуть и увидеть содержимое его регистров управления и контроля (рис. 5).

Запись программы в контроллер и проверка ее работоспособности

После успешной отладки программы необходимо «прошить» ее в микроконтроллер (т.е. записать ее в память микроконтроллера) и проверить работу.

Для «прошивки» программы используется та же программа AVRStudio.

Задание.

Написать программу, осуществляющую вывод числа 01010101 или 10101010 на PORTC микроконтроллера, в зависимости от состояния сигнала на входе PORTB0.

После набора программы необходимо произвести ее ассемблирование, то есть сборку, при которой ассемблер производит проверку синтаксиса написанной программы и при отсутствии ошибок преобразует код ассемблера в машинный код микропроцессора. При этом формируется файл с расширением *.hex, который далее записывается в микроконтроллер.

Для ассемблирования написанной программы необходимо нажать кнопку F7 «Assemble». При отсутствии ошибок в окне текущих сообщений «built» AVRStudio отображается сообщение об успешном завершении операции, а при наличии ошибок выводится их список и положение в тексте программы.

Листинг программы

```

;-----
;Пробная программа для микроконтроллера ATMEGA8535
;Входы: PORTB0
;Выходы: PORTC0...PORTC7

.include "m8535def.inc" ;подключение библиотеки контроллера
.cseg ;начало сегмента кода
.org 0
reset:
    ldi r16,0xFF
    out DDRC,r16 ;назначение PORTC на вывод
    clr r16
    out DDRB,r16 ;назначение PORTB на ввод
main:
    sbis PINB,0 ;если на PINB0=0, то
    rjmp PINB0_is_0 ;переход на "PINB0_is_0"
    ldi r16,0xAA ;иначе вывод на PORTC числа 0xAA (1010 1010)
    out PORTC,r16
    rjmp main ;далее - возврат на main
PINB0_is_0: ;PINB0=0
    ldi r16,0x55 ;вывод на PORTC числа 0x55 (0101 0101)
    out PORTC,r16
    rjmp main ;далее - возврат на main
;-----

```

Выполнить отладку программы и записать ее в микроконтроллер.

Последовательность действий с использованием AVRStudio следующая:

- включить переключатель «Сеть» модуля «Микроконтроллер» для подачи на него напряжения питания;

- в меню «Tools» AVRStudio выбрать пункт «ProgramAVR», в котором указать способ соединения «AutoConnect». При правильном подключении персональному компьютеру модуль микроконтроллера инициализируется на USBCOM-порт. Необходимо, чтобы номер этого порта был не более COM9 в противном случае необходимо найти этот порт в диспетчере оборудования Windows и переназначить номер порта;

- если номер USBCOM-порта соответствует указанным требованиям, то происходит подключение микроконтроллера к среде AVR-Studio и появляется окно программирования контроллера (рис. 6);

- в окне программирования необходимо выбрать вкладку main, в которой необходимо выбрать тип используемого контроллера, после чего перейти во вкладку «Program», в которой выбрать графу «Flash». В этой графе требуется указать путь к *.hex файлу проекта, после чего произвести запись программы в микроконтроллер нажатием кнопки «Program».

По завершении записи программы необходимо проверить ее корректную работу на микроконтроллере и показать результат преподавателю.

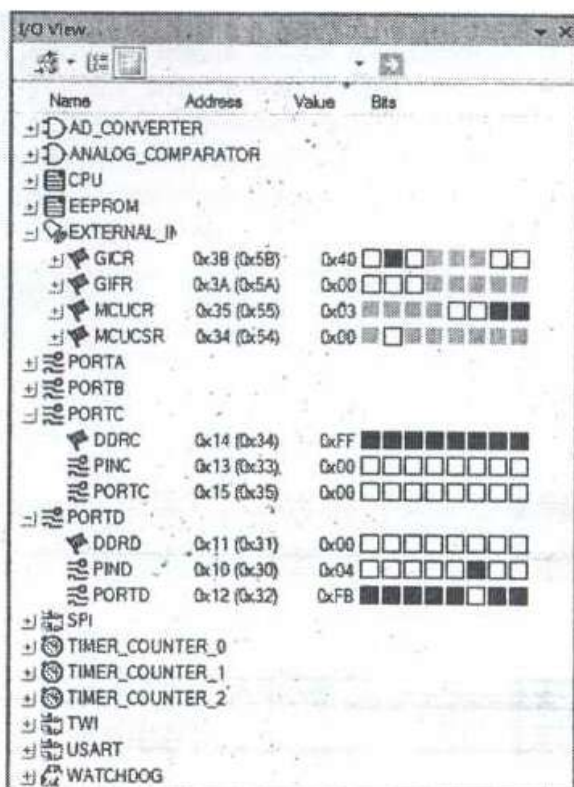


Рис. 5. Контроль состояния регистров микроконтроллера при симуляции

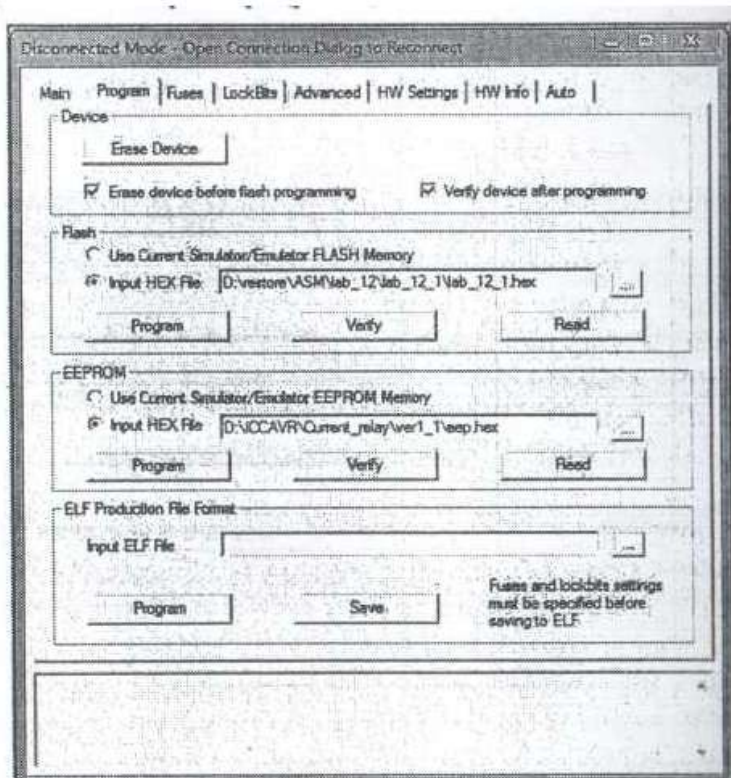


Рис. 6. Окно программирования микроконтроллера

Контрольные вопросы

1. Какие директивы использовались в программе?
2. Каково их назначение?
3. Какие команды использовались в программе?
4. К каким типам команд они относятся?
5. Приведите примеры операндов, использованных в программе.
6. Каково назначение AVR Studio?
7. Какой порт используется для программирования микроконтроллера?
8. Какие порты микроконтроллера использовались в программе и для чего?
9. Файл с каким расширением записывается в микроконтроллер?
10. В каком коде записывались числа 01010101 и 10101010 в программе?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Основные понятия и определения
3. Выполненное задание
4. Ответы на контрольные вопросы
5. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №7.

Изучение устройства параллельных портов МК Atmega8535

Цель работы: изучить принцип работы параллельных портов МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

не требуется

Теоретические сведения

Порты ввода/вывода микроконтроллера предназначены для передачи и приема информации и последующей ее обработки. Микроконтроллеры различных типов содержат различное количество портов ввода/вывода. Микроконтроллер Atmega8535 содержит 4 порта ввода/вывода, каждый из которых содержит 8 разрядов: PORTA, PORTB, PORTC, PORTD.

Порты ввода/вывода непосредственно связаны с выводами микросхемы микроконтроллера, при этом каждый конкретный вывод микроконтроллера жестко «привязан» к конкретному разряду порта ввода/вывода. На рис. 1 представлено расположение выводов микроконтроллера Atmega8535, выполненного в DIP-корпусе.

По умолчанию выводы микросхемы контроллера предназначены для выполнения функций ввода/вывода информации в соответствии с настройками регистров портов ввода/вывода. Однако функции большинства выводов микросхемы могут быть программно изменены. При этом к выводам микросхемы могут быть присоединены выходы таймеров, приемопередатчиков, входы аналогово-цифрового преобразователя, контроллера внешних прерываний.

Альтернативные функции выводов микроконтроллера представлены на рис. 1 (в скобках).

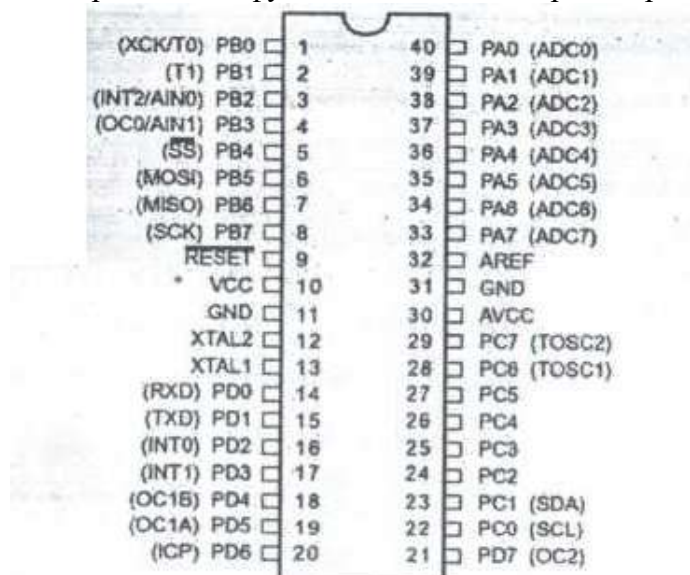


Рис. 1. Расположение выводов микросхемы контроллера ATmega8535 (DIP40)

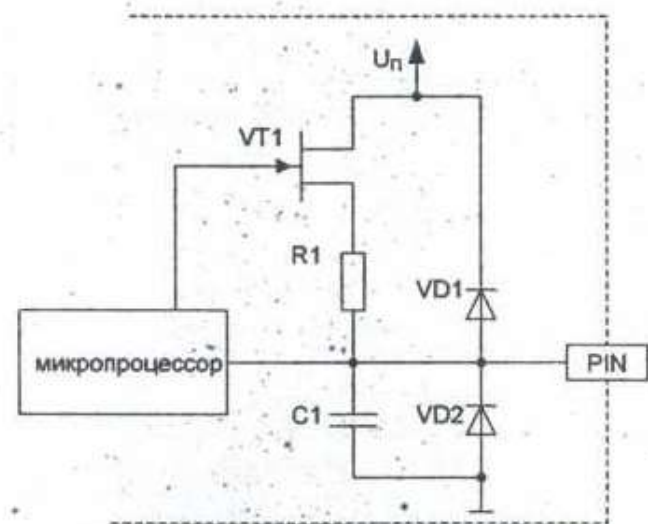


Рис. 2. Структура реализации вывода портов микроконтроллера

Каждый порт состоит из трех регистров, с помощью которых осуществляется установка направления работы порта и выдача/сбор информации (табл. 1).

Таблица 1. Регистры портов ввода/вывода

Наименование порта	Регистры		
	Регистр направления	Регистр данных	Регистр состояния
Порт А	DDRA	PORTA	PINA
Порт В	DDRB	PORTB	PINB

Порт C	DDRC	PORTC	PINC
Порт D	DDRC	PORTD	PIND

Регистры направления определяют режим работы портов ввода/вывода. Если в каком-либо разряде регистра установлена логическая «1», и соответствующий вывод микросхемы контроллера (рис. 1) работает на вывод информации из микроконтроллера. В противном случае соответствующий вывод микросхемы (рис. 1) работает на ввод информации в микроконтроллер.

Регистры данных предназначены для передачи данных на вывод микросхемы контроллера. Если в каком-либо разряде регистра установлена логическая «1», а соответствующий вывод микросхемы сконфигурирован на выход с помощью регистра направления, то на вывод микросхемы контроллера подается сигнал, соответствующий логической «1». В противном случае на вывод микросхемы контроллера подается сигнал логического «0». Регистры используются для вывода информации из микроконтроллера.

Регистры состояния предназначены для отображения текущего состояния сигналов на выводах микросхемы контроллера. Так, если на выводе микросхемы находится сигнал логической «1», то соответствующий разряд регистра направления находится в состоянии логической «1». Регистры используются для ввода информации в микроконтроллер.

Инициализация порта на ввод и на вывод информации

Для того, чтобы освоить принципы установки порта на ввод или вывод информации, необходимо иметь представление о реализации его структуры. Каждый вывод порта выполнен по схеме, представленной на рис. 2.

При инициализации порта на ввод информации микроконтроллер принимает сигналы, поступающие от внешнего объекта. Эти сигналы подаются на выводы микросхемы (рис. 2, вывод PIN).

Диоды VD1 и VD2 выполняют функцию защиты микропроцессора от сигналов, величина которых находится за пределами диапазона 0...5В. Так, если напряжение на входе микроконтроллера превышает +5В, то открывается диод VD1, а если напряжение оказывается меньше 0В, то открывается диод VD2 (рис. 2). Конденсатор C1 выполняет защиту микроконтроллера от импульсных помех.

Поскольку микропроцессор имеет высокое входное сопротивление, его вход является восприимчивым к воздействию помех. По этой причине важно, чтобы сигнал, подаваемый на микропроцессор, имел однозначное значение логического «0» или логической «1». Для этого в микроконтроллере присутствуют так называемые подтягивающие резисторы (PullUp).

Подтягивающий резистор имеет высокое сопротивление, измеряемое десятками кОм, и не оказывает влияния на подключаемые к контроллеру сигналы. Через резистор R1 к порту ввода/вывода подключается напряжение питания с помощью транзистора VT1. Если при этом к выводу микросхемы контроллера не подключена внешняя цепь и вывод «висит в воздухе», то на микропроцессор через подтягивающий резистор R1 подается сигнал логической «1». Это надежно защищает вывод микроконтроллера от воздействия внешних помех.

Для **инициализации порта на ввод информации** и подключения подтягивающих резисторов необходимо:

- задать в регистре направления DDR работу порта на ввод информации установкой нулевых значений в его разрядах;
- включить подтягивающие резисторы порта ввода/вывода установкой сигналов логической «1» в разрядах регистра PORTX.

Считывание данных с порта в данном режиме осуществляется путем опроса регистра состояния PIN.

Пример инициализации порта A на «ввод данных»:

```
ldi r16, 0x00 ; в PОН r16 записывается число 0000 0000
out DDRA, r16 ; командой out значение r16 посылается в DDRA
ldi r16, 0xFF ; в PОН записывается число 1111 1111
out PORTA, r16 ; командой out значение r16 посылается в PORTA
in r16, PINA ; командой in вводится значение PINA в PОН r16
```

При инициализации порта на вывод информации код, выдаваемый микропроцессором, поступает непосредственно на вывод микросхемы контроллера. Подтягивающие резисторы при

этом должны быть отключены.

Для **инициализации порта на вывод информации** необходимо:

- задать в регистре направления DDR работу порта на вывод информации установкой его разрядов в логическую «1»;
- вывести необходимую информацию на порт записью в регистр данных PORT необходимых значений.

Пример инициализации порта A на «вывод данных»:

```
ldi r16, 0xFF ; в PORT r16 записывается число 1111 1111
out DDRA, r16 ; командой out значение r16 посылается в DDRA
ldi r16, 0x35 ; в r16 записывается любое число, например, 0x35
out PORTA, r16 ; командой out значение r16 посылается в PORTA
```

Задание

Составьте программы:

1. Инициализация порта B (C, D) на ввод данных
2. Инициализация порта B (C, D) на вывод данных

Контрольные вопросы

1. Сколько и каких портов имеет МК Atmega8535?
2. Каково назначение регистра направления?
3. Каково назначение регистра данных?
4. Каково назначение регистра состояния?
5. Каково назначение подтягивающих резисторов?

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №8.

Изучение работы регистра состояний SREG МК Atmega 8535

Цель работы: изучить работу регистра состояний SREG МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

В микроконтроллерах фирмы Atmel присутствует так называемый регистр состояния SREG (StatusREGister).

Регистр состояния содержит информацию о результатах наиболее часто извлекаемых арифметических операциях. Эта информация может быть использована при написании программы для создания переходов, циклов сравнения чисел и т.д.

Разряды регистра SREG называются флагами. Всего этих флагов восемь:

№бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Флаг	I	T	H	S	V	N	Z	C

Назначение разрядов регистра SREG:

Бит 0: C - флаг переноса. Флаг переноса индицирует появление переноса при выполнении арифметических или логических операций. Флаг переноса незаменим при совершении операций с n-байтными числами.

Пример 1. Прибавить к числу 0xFE произвольное 8-разрядное число. Результат - шестнадцатизначное число.

```
clr r18      ;очистка регистра r18
ldi r16,0xFE ;запись в r16 значения 0xFE
ldi r17,0x05 ;запись любого числа в r17
mov r20,r16  ;копирование r16 в r20
add r20,r17  ;сложение r20 и r17
adc r21,r18  ;если при этом возникает перенос, то в r21
             ;прибавляется 0x01. Таким образом, результат
             ;формируется в r21:r20
```

Бит 1: Z- флаг нуля. Этот флаг индицирует нулевой результат при выполнении арифметических или логических операций. Этот флаг может быть полезен при выполнении такой операции, как сравнение.

Пример 2. Осуществить сравнение двух чисел, задаваемых на портах A и C. При их равенстве выдать сигнал логической «1» на PORTD0

```
main:
    in r16,PINA ;ввод первого числа
    in r17,PINC ;ввод второго числа
    cp r16,r17  ;сравниваются значения регистров r16 и r17
                ;(проведением операции вычитания r16-r17). При их
                ;равенстве устанавливается в '1' флаг Z
    breq m1     ;при Z=1 осуществляется переход на метку m1
    cbi PORTD,0 ;иначе бит PORTD0 очищается
    rjmp main   ;и идет возврат на main
m1:
    sbi PORTD,0 ;при переходе на m1 устанавливается бит PORTD0
    rjmp main   ;и идет возврат на main
```

Бит 2: N- флаг отрицательного значения. Этот флаг индицирует наличие отрицательного числа как результата выполнения арифметических или логических операций. В микроконтроллерах отрицательное число получается из положительного путем перевода в дополнительный код. Для этого все разряды числа инвертируются, а потом к числу прибавляется единица младшего разряда. Так, если 8-разрядное число +1 записывается в двоичном коде как 0000 0001, то отрицательное число -1 записывается как 1111 1111. При этом старший разряд (бит 7) числа определяет его знак.

Флаг отрицательного значения может быть полезен при совершении операции сравнения двух чисел.

Пример 3. Осуществить сравнение двух чисел A и B, задаваемых на портах A и C. Если число A ≥ B, то на PORTD0 подается логическая «1». Иначе на PORTD0 подается логический «0».

```

main:
    in r16,PINA      ;ввод числа А
    in r17,PINC      ;ввод числа В
    cp r16,r17       ;сравнение чисел А и В вычитанием А-В
    brmi ml          ;если при этом установлен флаг N, то
                    ;осуществляется переход на ml
    sbi PORTD,0      ;иначе устанавливается разряд PORTD0
    rjmp main        ;и идет возврат на main
ml:
    cbi PORTD,0      ;по метке ml очищается разряд PORTD0
    rjmp main        ;и идет возврат на main

```

Бит 3: V - флаг переполнения. Этот бит устанавливается при переполнении регистра во время совершения операций над числами. Так, если в регистре было записано число 1111 1111 и к нему прибавили +2, то происходит переполнение. Результатом такой операции будет число 0000 0001 и установленный флаг V.

Необходимо различать флаг переполнения V и флаг переноса C. Флаг переполнения предназначен, в первую очередь, для работы с дополнительным кодом. Как было сказано выше, в дополнительном коде старший разряд определяет знак числа, а значение числа ограничивается 7 разрядами.

Если при сложении двух положительных чисел в дополнительном коде происходит изменение старшего бита, то это означает, что произошло переполнение числа, хотя переноса не происходит (флаг C не меняется) Например, при сложении чисел:

```

      0110 0010
+     0110 1111
=     1101 0001

```

флаги устанавливаются следующим образом:

- поскольку произошло изменение старшего разряда, то флаг переполнения V устанавливается: V=1;

- так как не произошло переполнение разрядов регистра, то флаг переноса не возникает: C=0.

Если при сложении двух отрицательных чисел в дополнительном коде происходит изменение старшего бита, то это означает, что также произошло переполнение числа, при этом может возникнуть и флаг переноса. Например, при сложении чисел:

```

      1001 1110
+     1001 0001
=     1 0010 1111

```

меняются как старший разряд, так и появляется бит переполнения:

- поскольку произошло изменение старшего разряда, устанавливается флаг переполнения V;

- поскольку произошло переполнение разрядов регистра, устанавливаем и флаг переноса C.

Пример 4. Используя инструкцию «add», сложить два положительных числа в дополнительном коде. Если происходит переполнение результата, то результат необходимо ограничить максимальным или минимальным числом. Результат выводится на PORTD.


```

main:
    in r16,PINA      ;ввод первого числа А
    in r17,PINC      ;ввод второго числа В
    add r16,r17      ;сложение А и В
    brvc m1          ;если нет переполнения (флаг V=0), то
                    ;осуществляется переход на m1
    brcs m2          ;иначе проверка флага переноса. Если флаг C=1,
                    ;то осуществляется переход на m2
    ldi r16,0x7F      ;если переноса нет, то результат -
                    ;максимальное число +127 (0111 1111)
    rjmp m1          ;далее - переход на m1
m2:
    ldi r16,0x80      ;если флаг переноса C=1, то результат -
                    ;минимальное число -128 (1000 0000).
m1:
    out PORTD,r16     ;по метке m1 - вывод результата на PORTD
    rjmp main        ;и возврат на main

```

Бит 4:S- флаг знака. Этот бит всегда является результатом совершения операции исключающего ИЛИ между флагом отрицательного числа Nи флагом переполнения V. Так, если при совершении операции не происходит переполнения (флаг V=0), то знак определяется флагом N. Если же происходит переполнение (V=1), то флаг знака принимает инвертированное значение флага N.

Бит 5:H - флаг половинного переноса. Половинным переносом называется процесс переноса из первой половины байта во вторую. Так, если в байте была комбинация 0000 1111 и к нему прибавили +1, то происходит половинный перенос, а именно 0001 0000, при этом формируется флаг H.

Пример 5. Организовать бегущий огонь в младшем полубайте PORTC.

```

    ldi r16,0xFF      ;в r16 записывается значение 0xFF
    out DDRC,r16      ;порт C инициализируется на вывод информации
    ldi r16,0x01      ;в r16 записывается единица младшего разряда
main:
    out PORTC,r16     ;значение r16 выводится на PORTC
    lsl r16           ;r16 сдвигается влево на один разряд
    brhc main         ;если флаг H снят, то переход на main
    ldi r16,0x01      ;иначе в r16 записывается 0x01
    rjmp main         ;и осуществляется переход на main

```

Бит 6: T - хранение бита информации. Инструкции копирования бит используют бит T регистра SREG. При копировании бита из какого-либо регистра он сохраняется в бите T регистра SREG, а затем извлекается из него при копировании в какой-либо другой регистр.

Пример 6. Скопировать из регистра r16в регистр r19пятый бит, не изменяя содержимое регистра r16.

Без использования флага T:

```
in r16,PINA ;запись в r16 любого числа
mov r17,r16 ;копирование r16 в любой свободный PОН (r17)
andi r17,0x20 ;выделение 5-го бита в r17
or r19,r17 ;логическое ИЛИ r19 и r17
```

С использованием флага T:

```
in r16,PINA ;запись в r16 любого числа
bst r16,5 ;копирование 5-го бита в SREG
bld r19,5 ;копирование содержимого флага T в 5-й бит r19
```

Бит 7: I - общее разрешение прерываний. Назначение этого флага будет пояснено в работах с использованием прерываний таймеров.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен регистр состояния?
2. Перечислите биты регистра состояния и их назначение.
3. При выполнении каких операций изменяется для флага нуля? Флаг отрицательного значения? Флаг знака?
4. При суммировании двух 4-х разрядных чисел какие биты регистра состояния могут изменить свое значение? Двух восьмиразрядных?
5. Какой бит регистра состояния отвечает за разрешение работы всех прерываний?
6. Как связаны друг с другом флаги: знак, отрицательное значение переполнение?
7. Для каких целей используется бит T?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Программные примеры работы с флагами
3. Ответы на контрольные вопросы
4. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №9.

Изучение работы стека МК Atmega 8535

Цель работы: изучить организацию и принцип работы стека МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

При выполнении программы извлечение и выполнение директив (команд) ведется последовательно. То есть сначала исполняется первая в списке команда, потом - вторая, третья и т.д.

Все микроконтроллеры и микропроцессоры имеют так называемый счетчик команд (ProgramCounter). В нем хранится адрес текущей выполняемой команды. При запуске программы счетчик команд равен 0, затем он инкрементируется по мере выполнения команд на 1 или на 2, в зависимости от длины команды (Приложение А). Если по какой-либо причине в программе осуществляется переход в другое место программы (безусловный или условный переход), то содержимое счетчика команд скачком изменяется, указывая на новый адрес вызванной команды.

Если при выполнении программы возникает необходимость осуществить переход на какую-либо подпрограмму, выполнить ее, а затем вернуться на старое место и продолжить выполнение программы, становится необходимым запоминать адрес возврата. Для этого и предназначен указатель стека.

Указатель стека - это специальный регистр, представляющий собой буфер, в котором реализован принцип «LastIn- FirstOut» LIFO(последним пришел - первым уйдешь). Этот принцип означает, что адрес перехода, который был записан в стек самым последним, будет считан самым первым. Таким образом, если в программе последовательно выполняются несколько переходов в подпрограммы, никогда не возникнет путаницы с порядком возврата и подпрограмм обратно.

В микроконтроллере Atmega8535 стек реализован в двух 8-разрядных регистрах SPH, SPL, которые вместе образуют 16-разрядный регистр SPH, SPL. Принцип работы стека поясняется на рис. 1.

При работе программы каждая ее команда имеет адрес, присваиваемый счетчиком команд (рис. 1). Если при выполнении программы возникла необходимость сделать переход на какую-либо подпрограмму, расположенную по какому-либо адресу, например, как показано на рис. 1, по адресу 243, необходимо иметь информацию, на какой адрес необходимо вернуться после выполнения подпрограммы. Поэтому при переходе, например, с адреса 006 на адрес 243 указатель стека записывается адрес возврата, то есть 007.

При вызове следующей подпрограммы, расположенной по адресу 120, указатель стека записывается также адрес возврата. В данном случае - 052.

Адрес возврата записывается в вершину стека.

Вершиной стека называется адрес ОЗУ процессора, в которую ведется запись адреса возврата.

Адрес вершины стека программист обязан указать самостоятельно, при этом общепринято, что вершина стека находится в конце ОЗУ процессора. Это делается для того, чтобы область программы случайно не перекрылась с областью стека, так как если это произойдет, то адрес возврата, записанный в область стека, будет потерян.

Возможен случай, когда при выполнении подпрограммы происходит запрос на следующий переход на другую подпрограмму (рис. 2).

Когда происходит переход из основной программы в подпрограмму 1, в вершину стека записывается адрес возврата 007. Если далее из подпрограммы 1 происходит переход в подпрограмму 2, то в стек записывается адрес 245 возврата в подпрограмму 1.

Основная программа

Адрес	Команда
000	ldi r16,0xFF
001	out DDRD,r16
002	ldi r16,0x01
003	ldi r17,0x55
004	...
005	...
006	...
007	...
008	...
009	...
010	...
011	...
...	...
...	...
...	...
050	cpl r16,r17
051	...
052	...
053	...
...	...
...	...
099	...
100	...
101	...

Подпрограмма 1

Адрес	Команда
243	...
244	...
...	...
250	...

Подпрограмма 2

Адрес	Команда
120	...
121	...
...	...
128	...

Рис. 1. Принцип работы указателя стека

Основная программа

Адрес	Команда
000	ldi r16,0xFF
001	out DDRD,r16
002	ldi r16,0x01
003	ldi r17,0x55
004	...
005	...
006	...
007	...
008	...
009	...
010	...
011	...
...	...
...	...
...	...
050	cpl r16,r17
051	...
052	...
053	...
...	...
...	...
099	...
100	...

Подпрограмма 1

Адрес	Команда
243	...
244	...
245	...
...	...
250	...

Подпрограмма 2

Адрес	Команда
120	...
121	...
...	...
128	...

Рис. 2. Принцип заполнения стека

При окончании подпрограммы 2 первым будет прочитан адрес 245, а затем при окончании подпрограммы 1 - адрес 007. Таким образом, благодаря принципу LIFO полностью исключается неправильный переход в неправильное место программы.

В микроконтроллере Atmega8535 указатель стека состоит из двух 8-разрядных регистров SPH и SPL, которые вместе составляют 16-разрядный регистр SPH:SPL. Применение 16-разрядного регистра объясняется объемом памяти микроконтроллера - он составляет 8кБ (4096 слов памяти программ) и для обращения к конкретной ячейке памяти необходимо указания 2 байт адреса.

При написании программ вызов подпрограмм обычно осуществляется командой `rcall`, а возврат из подпрограммы осуществляется по директиве `ret`.

При вызове директивы `rcall` в регистр SPH:SPL записывается адрес ячейки памяти, в которую будет сохранен адрес возврата из подпрограммы, и адрес возврата автоматически записывается в стек, а при вызове директивы `ret` происходит чтение из стека по указанному в регистре SPH:SPL адресу.

Контрольные вопросы

1. Что такое стек?
2. Что такое вершина стека?
3. Что такое указатель стека?
4. Что означает термин LIFO?
5. Что представляет собой стек в МК Atmega8535?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы
3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №10.

Изучение работы таймеров в различных режимах МК Atmega 8535

Цель работы: изучить работу таймеров МК в режиме ШИМ и в режиме создания

временных интервалов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение

ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)

При использовании микроконтроллеров очень часто требуется решать задачи создания точных временных задержек сигналов, оценивать длительность импульсов какого-либо внешнего сигнала, знать его частоту и скважность.

Все эти задачи решаются с помощью использования таймеров/счетчиков.

По сути, таймеры представляют собой счетчики, которые ведут подсчет импульсов либо от внешнего сигнала, либо от внутреннего генератора. Кроме этого таймеры/счетчики имеют возможность работать в режиме широтно - импульсной модуляции (ШИМ).

Широтно-импульсной модуляцией называется формирование среднего значения сигнала с помощью сигналов логического «0» и логической «1» за период модуляции T (рис. 1).

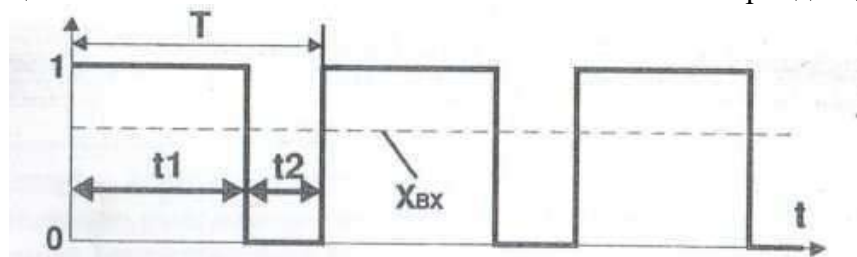


Рис. 1. Принцип широтно-импульсной модуляции сигнала

ШИМ дает возможность с помощью логических сигналов получать на выходе микроконтроллера аналоговый сигнал, среднее значение которого за период можно плавно изменять от 0 до 1, точнее от 0 до напряжения питания. Значение этого сигнала можно рассчитать по следующей формуле:

$$X_{вх} = 1 \cdot t_1 / T,$$

где t_1 - время включенного состояния (логической единицы);

t_2 - время выключенного состояния (логического нуля);

T - период выходного сигнала.

Микроконтроллер ATmega8535 содержит три таймера общего назначения два восьмиразрядных таймера T0 и T2, один шестнадцатиразрядный таймер T1. Восьмиразрядные таймеры T0 и T2 определяются и работают практически идентично друг другу. Работа таймера T1 имеет существенные отличия. В данной работе изучается работа только таймеров T0 и T2.

Для управления работой таймера T0 используются 3 регистра ввода/вывода:

- счетный регистр TCNT0;
- регистр сравнения OCR0;
- регистр управления TCCR0.

Соответствующие регистры таймера T2 называются TCNT2, OCR2, TCCR2.

Для подключения входов/выходов таймеров к выводам микросхемы контроллера (т.е. соединения таймеров с внешним миром) используются альтернативные функции портов ввода/вывода. После включения альтернативной функции данный бит порта используется только для ввода информации в таймер (например, вход T0/PB0), или вывода информации с выхода таймера (например вывод OC0/PB3). Альтернативные функции портов для работы с таймерами приведены в табл. 1.

Таблица 1. Альтернативные функции портов, используемые таймерам)

Таймер	Обозначение	Описание	Вывод порта
T0	T0	Внешний вход таймера T0	PB0
	OC0	Внешний выход таймера T0	PB3
T1	T1	Внешний вход таймера T1	PB1
	OC1A	Внешний выход А таймера T1	PD5
	OC1B	Внешний выход В таймера T1	PD4
T2	TOSC1	Внешний вывод 1 для подключения резонатора таймера T2	PC6
	TOSC2	Внешний вывод 2 для подключения резонатора для таймера T2	PC7
	OC2	Внешний выход таймера T2	PD7

Рассмотрим работу таймера при его работе от источника тактового сигнала процессора, в качестве которого в лабораторном стенде выступает кварцевый резонатор с тактовой частотой 8 МГц.

Примечание: для использования альтернативных функции портов соответствующие биты портов предварительно необходимо сконфигурировать на ввод или вывод. Например, при использовании альтернативной функции OC0 для вывода информации из таймера T0 вывод микросхемы PB3 должен быть определен как выход: бит DDB3 равен 1

Регистры таймера T0

Счет импульсов источника частоты ведется в 8-разрядном счетном регистре таймера TCNT0 (TimerCounter0). Перед тем, как попасть в схему счета импульсов, тактовый сигнал поступает на схему деления частоты, которая, в соответствии с параметрами, установленными при инициализации таймера, производит деление частоты тактового сигнала f_{CLK} в следующем соотношении:

- без делителя частоты тактового сигнала f_{CLK} ;
- с делителем частоты тактового сигнала $f_{CLK}/8$;
- с делителем частоты тактового сигнала $f_{CLK}/64$;
- с делителем частоты тактового сигнала $f_{CLK}/256$;
- с делителем частоты тактового сигнала $f_{CLK}/1024$.

Каждый импульс с предделителя частоты считается и инкрементирует значение, содержащееся в счетном регистре TCNT0.

Каждый таймер содержит регистр сравнения. Таймер T0 содержит 8- разрядный регистр OCR0 (OutputCompareRegister). В это регистр записывается уставка, то есть число от 0 до 255, при достижении которого счетным регистром TCNT0 формируется флаг прерывания по совпадению таймера OCF0 (OutputCompareFlag).

В микроконтроллере Atmega8535 таймеры T0 и T2 работают в двух режимах широтно-импульсной модуляции: быстрый ШИМ и фазово-корректный ШИМ.

В режиме *быстрого ШИМ* счетный регистр TCNT0(2) таймера производит формирование пилообразной развертки (рис. 2, а), инкрементируя свое значение по каждому импульсу с предделителя, который устанавливается в регистре управления TCCR0(2) таймера T0(T2). При достижении счетным регистром значения 255 происходит его автоматическое обнуление.

В регистрах сравнения OCR0(2) таймеров T0 и T2 может быть записано любое число от 0 до 255. С этим числом сравнивается значение счетного регистра TCNT0(2) и при их равенстве происходит переключение вывода таймера OC0 или OC2 в соответствии с настройками регистра управления TCCR0(2) таймера. Вслучае, если при совпадении TCNT0(2)=OCR0(2) вывод OC0(2) таймера обнуляется, то ШИМ получается неинвертирующим (рис. 2, б), а если при совпадении вывод устанавливается в состояние логической «1», то ШИМ инвертирующий (рис. 2, в).

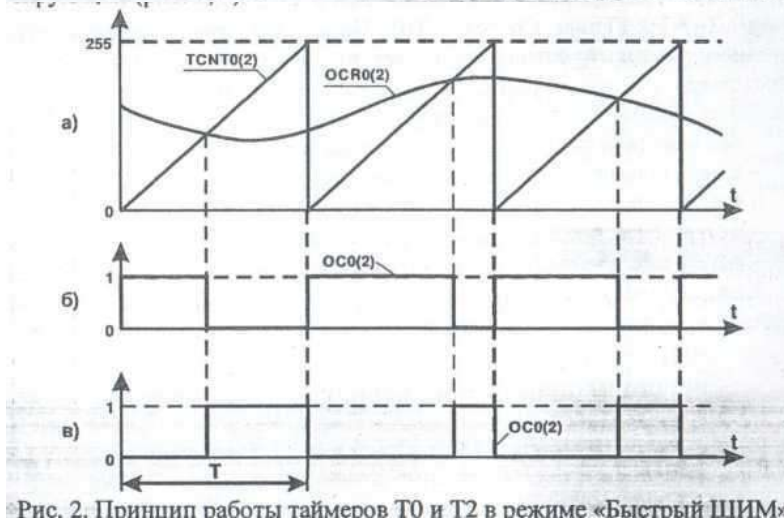


Рис. 2. Принцип работы таймеров T0 и T2 в режиме «Быстрый ШИМ»

В режиме фазового ШИМ счетный регистр TCNT0(2) формирует пилообразный сигнал развертки с нарастающим и спадающим фронтами. Сначала регистр инкрементирует свое значение от 0 до 255, а затем происходит его декремент от 255 до 0 (рис. 3, а).

Если при превышении значения, содержащимся в счетном регистре TCNT0(2), значения, содержащегося в регистре сравнения OCR0(2) происходит обнуление вывода OC0(2) таймера, то ШИМ является неинвертирующим (рис.3, б). В противном случае ШИМ - инвертирующий (рис. 3, в).

Несмотря на то, что в режиме фазового ШИМ частота ШИМ-сигнала меньше, чем в режиме быстрого ШИМ, первый режим обладает большей разрешающей способностью и используется для достижения большей точности модуляции.

Регистры таймера T0 в режиме ШИМ

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	FOCO	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CSC

Режим широтно-импульсной модуляции, как и все остальные режимы работы таймера T0, инициализируется в регистре управления TCCR0 (табл. 2).

Таблица 2. Регистр управления TCCR0 таймера

За установку режима работы таймера отвечают биты WGM01:WGM00. При установке WGM01=0, WGM00=1 активируется режим фазового ШИМ, при установке WGM01=1, WGM00=1 активируется режим быстрого ШИМ.

При активации режима широтно-импульсной модуляции биты COM01 и COM00 определяют поведение вывода таймера T0, в качестве которого выступает вывод PB3 микроконтроллера. Поведение вывода в соответствии с этими битами представлено в табл. 3 и табл. 4.

Таблица 3. Внешний выход OC0 таймера T0 в режиме быстрого ШИМ

COM01	COM00	Описание
0	0	Нормальная функция порта, вывод OC0 отключен
0	1	Комбинация бит зарезервирована

1	0	Очистка ОСО при совпадении. Неинвертирующий ШИМ
1	1	Установка ОСО при совпадении. Инвертирующий ШИМ

Таблица 4. Внешний выход ОСО таймера ТО в режиме фазового ШИМ

COM01	COM00	Описание
0	0	Нормальная функция порта, вывод ОСО отключен
0	1	Комбинация бит зарезервирована
1	0	Очистка ОСО при совпадении при счете вверх. Неинвертирующий ШИМ
1	1	Установка ОСО при совпадении при счете вверх. Инвертирующий ШИМ

Частота ШИМ-сигнала устанавливается битами CS02...CS00. Эти биты определяют источник задания частоты и коэффициент делителя (табл. 5).

Таблица 5. Установка источника задания частоты таймера Т0

CS02	CS01	CS00	Описание
0	0	0	Таймер остановлен
0	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1$

010	$f_{T0} = f_{CLK} / 8$
011	$f_{T0} = f_{CLK} / 64$
100	$f_{T0} = f_{CLK} / 256$
101	$f_{T0} = f_{CLK} / 1024$
110	Внешний сигнал на входе ТО. Спадающий фронт сигнала.
111	Внешний сигнал на входе ТО. Нарастающий фронт сигнала.

В соответствии с табл. 5, частота ШИМ рассчитывается следующим образом:

- для режима быстрого ШИМ: $f = f_{CLK} / 256$;
- для режима фазового ШИМ: $f = f_{CLK} / 512$.

Регистры таймера Т2 в режиме ШИМ

Режим широтно-импульсной модуляции, как и все остальные режимы работы таймера Т2, инициализируется в регистре управления TCCR2 (табл. 6).

Таблица 6. Регистр управления TCCR2 таймера

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20

Описание и назначение управляющих бит регистра TCCR2 таймера аналогичны описанным битам регистра TCCR0 таймера ТО, поэтому отдельно комментируются. Частота ШИМ-сигнала устанавливается битами CS22...CS; Эти биты определяют источник задания частоты и коэффициент делителя (табл. 7).

Таблица 7. Установка источника задания частоты таймера

CS22	CS21	CS20	Описание
0	0	0	Таймер остановлен
0	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1$
0	1	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 8$
0	1	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 32$
1	0	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 64$
1	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 128$
1	1	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 256$
1	1	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1024$

Необходимо отметить, что в режиме ШИМ необязательно устанавливать маски и разрешать прерывания по совпадению и переполнению таймера T0 и T2. Эти прерывания следует активировать только при необходимости использования в программе.

Для запуска режима ШИМ на таймере T0 или T2 необходимо:

- остановить таймер обнулением регистра управления TCCR0(2);
- обнулить регистр сравнения OCR0(2) и счетный регистр TCNT0(2);
- - установить в регистре управления TCCR0(2) режим ШИМ и выбрать частоту его работы.
- В процессе работы ШИМ в любой момент можно изменять содержимое регистра сравнения OCR0(2) таймеров, при этом среднее значение ШИМ-сигнала на выводе СО0 и СО2 микроконтроллера будет пропорционально изменяться.

Работа счетчика T0 в режиме «Очистка при совпадении»

Каждый таймер содержит регистр сравнения. Таймер T0 содержит 8- разрядный регистр OCR0 (OutputCompareregister). В это регистр записывается уставка, то есть число от 0 до 255, при достижении которого счетным регистром TCNT0 формируется флаг прерывания по совпадению таймера OCFO (OutputCompareFlag).

Когда значение, записанное в регистре TCNT0, переполняет максимальное значение, которое можно записать в 8-разрядный регистр сравнения OCR0, формируется флаг прерывания по переполнению таймера TOVO (TimerOverflowFlag) (рис. 2).

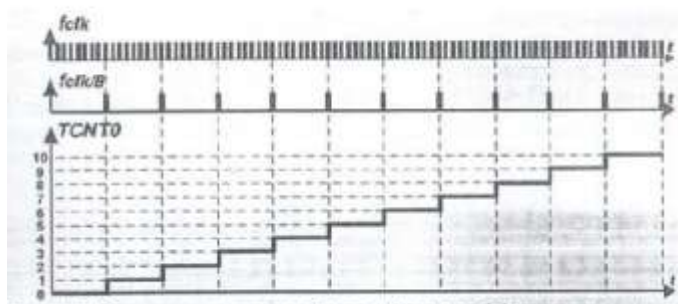


Рис. 1. Работа пресделителя таймера T0 при коэффициенте делителя 8

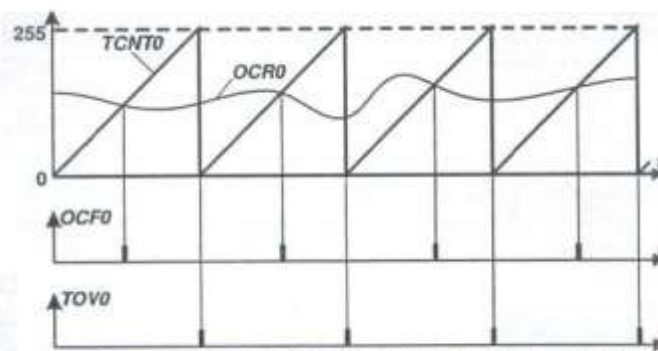


Рис. 2. Принцип работы таймера и формирования прерываний

Настройки таймера определяет регистр TCCR0 (Timer/CounterControlregister).

Табл. 1. Управляющий регистр TCCR0 таймера T0

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Названи	FOC	WGM0	COM0	COM0	WGM0	CS	CS	CS
е	0	0	1	0	1	2	1	0

Бит 7 –FOC0- бит принудительной установки в единичное значение выходного сигнала таймера в режиме ШИМ (в данной работе не рассматривается).

Табл. 2. Режимы работы таймера/Счетчика T0

WGM01	WGM00	Режим
0	0	Нормальный
0	1	Фазовый ШИМ
1	0	Очистка при совпадении
1	1	Быстрый ШИМ

Бит 6 и бит 3 –WGM00:WGM01 - биты управления режимом работы таймера. Эти биты определяют режим работы таймера: нормальный, ШИМ- режимы или сброс при совпадении (обратите внимание 6 бит регистра устанавливает младший разряд режима работы, 3 бит - старший разряд). Виды режимов работы представлены в табл. 2.

В нормальном режиме работы счетный регистр TCNT0 изменяется от 0 до 255 и далее продолжает счет. В режиме «очистка при совпадении» значение уставки записывается в регистр OCR0. Когда значение счетного регистра TCNT0 доходит до уставки OCR0, регистр TCNT0 автоматически очищается, а таймер - перезапускается. Этот режим очень удобен при необходимости периодического выполнения каких- либо операций (рис. 3).

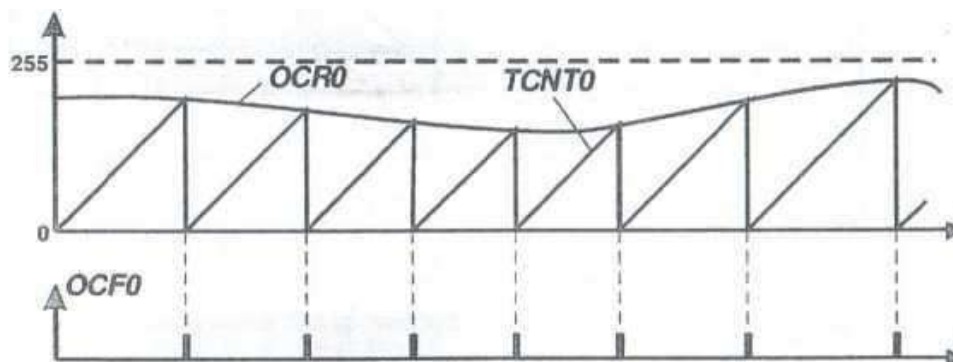


Рис. 3. Режим работы CTC (clear to compare-очистка при совпадении) таймера T0

Биты 5 и 4 – COM01:COM00 - биты управления выводом OC0. Таймер T0 может выводить сигнал на внешние контакты микросхемы, этот вывод обозначается OC0 и определяется как альтернативная функция вывода PB3 порта ввода/вывода В. Управление выводом OC0 выполняется комбинацией бит COM01:COM00 (табл. 3) и зависит также от режима работы таймера (биты WGM01:WGM00).

Табл. 3. Функции вывода OC0 таймера T0 в нормальном режиме работы

COM01	COM00	Описание
0	0	Нормальная функция порта, вывод OC0 отключен
0	1	Изменение OC0 на противоположное при совпадении OCF0
1	0	Очистка OCO при совпадении OCF0
1	1	Установка OCO при совпадении OCF0

Биты 3...0 - CS02...CS00 –биты делителя таймера и источника задания частоты таймера (таблица 4.)

Табл. 4. Функции бит CS02, CS01, CS00 таймера T0

CS02	CS01	CS00	Описание
0	0	0	гр Таймер остановлен
0	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1$
0	1	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 8$
0	1	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 64$
1	0	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 256$
1	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1024$
1	1	0	Внешний сигнал на входе T0. Спадающий фронт сигнала.
1	1	1	Внешний сигнал на входе T0. Нарастающий фронт сигнала.

Помимо управляющего регистра **TCCR0**, счетного регистра **TCNT0** и регистра сравнения **OCR0**, в микроконтроллере содержатся регистр масок прерываний таймеров **TIMSK** и регистр флагов прерываний таймеров и **TIFR**. Регистры позволяют отслеживать то или иное событие (совпадение, переполнение, захват), происходящее во всех таймерах микроконтроллера.

Регистры **TIMSK** и **TIFR** общие для всех таймеров, поэтому они содержат установки для всех таймеров (T0, T1 и T2) микроконтроллера.

Регистр маски прерываний таймеров **TIMSK**(табл. 5) разрешает то или иное прерывание того или иного таймера. Так, например:

- 0 разряд **TOIE0** регистра установлен в единицу, это означает, что разрешается прерывание «Переполнение таймера T0»;
- 1 разряд **OCIE0** регистра установлен в единицу, это означает, что разрешается прерывание «Совпадение таймера T0» и т.д.

Табл. 5. Регистр масок прерываний таймеров TIMSK

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0
Наименование бита разрешения прерывания	Совпадение таймера T2	Переполнение таймера T2	Захват таймера T1	Совпадение A таймера T1	Совпадение B таймера T1	Переполнение таймера T1	Совпадение таймера T0	Переполнение таймера T0

Регистр флагов прерываний таймеров TIFR (табл. 6) показывает какое прерывание произошло.

Например, для таймера T0 в регистре TIFR используются два бита:

- бит 1 –OCF0- флаг прерывания по совпадению таймера;
- бит 0 –TOV0- флаг прерывания по переполнению таймера.

Табл. 6. Регистр флагов прерываний таймеров TIFR

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0
Наименование флага прерывания	Флаг совпадения таймера T2	Флаг переполнения таймера T2	Флаг захвата таймера T1	Флаг совпадения A таймера T1	Флаг совпадения B таймера T1	Флаг переполнения таймера T1	Флаг совпадения таймера T0	Флаг переполнения таймера T0

Значение этих регистров следующее. Когда возникает переполнение или совпадение таймера T0, автоматически формируется флаг прерывания TOV0 или OCF0 в регистре TIFR. Если в регистре масок прерываний таймеров TIMSK на соответствующее прерывание наложена маска, то вызывается процедура обработки прерывания. Если же маска прерывания не наложена, то при совпадении или переполнении таймера ничего не происходит.

8-разрядный таймер/счетчик T2

Принцип и режимы работы таймера T2 практически не отличаются от рассмотренного ранее таймера T0, за исключением следующего:

- изменены коэффициенты делителя и источник задания частоты;
- в таймере T2 предусмотрен и асинхронный режим работы. Этот режим заключается в том, что если таймер T0 получает тактовый сигнал либо от источника частоты микроконтроллера f_{clk} , либо от внешнего источника тактирующего сигнала, подающегося на вывод T0 (PB0), то таймер T2 может работать в асинхронном режиме работы, будучи запитанным от отдельного источника частоты (асинхронный режим). В этом режиме тактовый сигнал поступает на выводы TOSC1, TOSC0 микроконтроллера. Асинхронный режим таймера T2 при проведении лабораторных работ не используется, теоретические аспекты его использования могут быть изучены студентами самостоятельно.

Таймер T2, как и таймер T0, содержит 8-разрядный управляющий регистр TCCR2, регистр счета TCNT2 и регистр сравнения TCNT2. Назначение этих регистров подобно назначению соответствующих регистров таймера T0.

Табл. 7. Управляющий регистр TCCR2

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20

Бит 7 - FOC2- бит режима принудительной установки выходного сигнала таймера в режиме ШИМ.

Бит 6 и бит 3 -WGM20:WGM21-биты режима работы таймера T2 (табл.8).

Табл. 8. Режимы работы таймера T2

WGM21	WGM20	Режим
0	0	Нормальный
0	1	Фазовый ШИМ
1	0	Очистка при совпадении
1	1	Быстрый ШИМ

Биты 5 и 4 - COM21:COM20 - режим подключения вывода OC2 таймера T2 в качестве альтернативной функции вывода PD7 порта ввода/вывода D. Таймер T2 может управлять этим выводом в соответствии с выбранным режимом работы, определяемым битами WGM21:WGM20, а также в соответствии с комбинацией разрядов COM21:COM20 (табл. 9)

Табл. 9. Функции вывода OC2 таймера T2 в нормальном режиме работы

COM21	COM20	Пояснение
0	0	Вывод OC2 отключен
0	1	Изменение OC2 на противоположное при совпадении OCF2
1	0	Очистка OC2 при совпадении OCF2
1	1	Установка OC2 при совпадении OCF2

Биты 3...0 - CS22...CS20 - определяют источник задания частоты таймера 12 и предделитель таймера (табл. 10).

Табл. 10. Функции бит CS22, CS21, CS20 таймера T2

CS02	CS01	CS00	Пояснение
0	0	0	Таймер остановлен
0	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1$
0	1	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 8$
0	1	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 32$
1	0	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 64$
1	0	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 128$
1	1	0	$f_{T0} = f_{CLK} / 256$
1	1	1	$f_{T0} = f_{CLK} / 1024$

Табл. 11. Регистр асинхронного режима таймера T2

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB

Источник тактового сигнала выбирается в регистре ASSR (AsynchronousStatusRegister).

Бит 3 - AS2 определяет, в каком режиме работает таймер. Если бит AS2=0, то таймер работает в синхронном режиме, используя в качестве тактового сигнала источник частоты микропроцессора. В случае, когда AS2=1, таймер получает тактовый сигнал от внешнего кварцевого резонатора, подключенного к выводам TOSC1, TOSC0 микроконтроллера.

Биты 2, 1, 0 - используются в асинхронном режиме и в данной работе не рассматриваются.

В регистре флагов таймеров TIFR (табл. 5) таймер T2 имеет два бита: бит 7 OCF2 (флаг прерывания сравнения таймера T2); бит 6 TOV2 (флаг прерывания по переполнению таймера T2).

В регистре масок прерываний таймеров TIMSK (табл. 6) таймер T2 имеет два бита: бит 7 OCIE2 (маска прерывания сравнения таймера T2); бит 6 TOIE2 (маска прерывания по переполнению таймера T2).

Контрольные вопросы

1. Сколько таймеров содержит микроконтроллер ATmega8535?
2. Какие из них 8-ми разрядные, 16-ти разрядные?
3. Какие регистры определяют работу таймера T0?
4. Поясните назначение регистра управления в целом?
5. Какие биты изменяют режим работы таймера T0? Режим работы вывода?
6. Как установить коэффициент предделителя таймера T0 равный 256?
7. Объясните назначение регистров TIMSK и TIFR.

8. Какие функции в программе могут выполнять таймеры?
9. Перечислите регистры ввода/вывода, управляющие работой таймера T0?
10. В каких режимах с ШИМ могут работать таймеры микроконтроллера Atmega8535?
11. Как настроить таймеры T0/T2 для работы в режиме быстрого ШИМ?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Диаграммы работы таймера в различных режимах
3. Ответы на контрольные вопросы
4. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №11.

Изучение работы АЦП МК Atmega 8535

Цель работы: изучить работу 10-ти разрядного АЦП МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

ПК с установленной средой программирования и отладки AVRStudio

Теоретические сведения

При использовании микроконтроллера в качестве устройства управления каким-либо процессом часто возникает необходимость оценивать величины аналоговых сигналов, в качестве которых могут выступать сигналы с задающих потенциометров, датчиков обратных связей, термодпар и др.

Однако, поскольку микроконтроллер является цифровым устройством, непосредственно оценить величину аналогового сигнала путем опроса ножки микроконтроллера, к которой он подключен, не представляется возможным.

Для преобразования аналогового сигнала в цифровой с целью его последующей обработки предназначен аналого-цифровой преобразователь (АЦП), встроенный в микроконтроллер Atmega8535 и другие контроллеры семейства AVR фирмы Atmel.

АЦП микроконтроллера выполнен 10-разрядным, то есть аналоговый сигнал, поступающий на его вход, может быть разложен на $2^{10}=1024$ дискретов. Таким образом, фактически, разрядность АЦП отвечает за его разрешающую способность, или чувствительность преобразователя.

Разрешающая способность ЦП - это минимальная разница аналогового сигнала при двух измерениях, которую еще различает преобразователь.

Для правильного функционирования АЦП ему необходим некий «эталон», то есть напряжение, которое будет приниматься за базу, относительно которой будет измеряться

подаваемый на АЦП аналоговый сигнал. Это эталонное напряжение принято называть **опорным напряжением**. В качестве источника опорного напряжения в микроконтроллерах Atmega8535 может выступать напряжение питания контроллера, внутренний стабилизированный источник 2,56В или внешний сигнал, подключаемый к выводу AREF микросхемы контроллера.

Минимальное напряжение, которое АЦП сможет распознать, можно рассчитать по формуле:

$$U_{min}=12n \cdot U_{ref}$$

При использовании в качестве источника опорного напряжения питания микроконтроллера 5В:

$$U_{min}=1210 \cdot 5=4,88 \text{ В}$$

Ввиду того, что в качестве АЦП в микроконтроллерах AVR используется АЦП последовательного приближения, процесс преобразования аналогового сигнала в пропорциональный ему цифровой код занимает некоторое время. Упрощенная структура АЦП последовательного приближения представлена на рис. 1. АЦП состоит из компаратора, регистра последовательного приближения и цифро-аналогового преобразователя. Работает АЦП следующим образом. В начале преобразования все выходы регистра последовательного приближения устанавливаются в состояние логического «0», за исключением старшего разряда: 10 0000 0000. При этом на выходе внутреннего цифро-аналогового преобразователя формируется аналоговый сигнал, равный половине диапазона АЦП (рис. 2, интервал $t_0..t_1$). Компаратор при этом измеряет разницу между входным сигналом и сигналом с выхода ЦАП. Если напряжение на входе АЦП оказывается больше, чем установленное на выходе ЦАП, то регистр последовательного приближения сохраняет принятое изначально состояние 10 0000 0000. Если же измеряемое напряжение оказывается меньше подаваемого с ЦАП, регистр устанавливается в состояние 01 00000000 (рис. 2, интервал t_1-t_2). Если принятое состояние 01 0000 0000 оказывается меньше измеряемого сигнала, 8-й бит кода закрепляется и 7-й бит кода регистра последовательного приближения устанавливается в единичное состояние: 01 1000 0000 (рис. 2, интервал t_2-t_3). Поскольку и при прибавлении этого бита сигнал на выходе ЦАП оказался меньше входного (рис. 2), 7-й бит закрепляется, а к коду прибавляется 6-й бит: 01 1100 0000 (рис. 2, интервал t_3-t_4).

В этом случае выходной сигнал ЦАП оказывается больше сигнала на входе, поэтому 6-й бит принимается равным «0», а к коду прибавляется 5-й бит: 01 1010 0000 (рис. 2, интервал t_4-t_5). Далее процесс повторяется до установки последнего младшего бита кода регистра последовательного приближения.

По окончании процесса преобразования результат передается в два 8-разрядных регистра **ADCH** и **ADCL**.

В микроконтроллерах AVR время преобразования АЦП можно регулировать, для этого в структуру преобразователя встроен предделитель, подобный тому, который встроен в таймеры T0...T2 микроконтроллера. Необходимо отметить, что уменьшением времени преобразования уменьшается точность получаемого результата. Рекомендуемая частота работы АЦП находится в пределах 0...200 кГц. При работе преобразователя в этом диапазоне обеспечивается минимальная погрешность при получении результата.

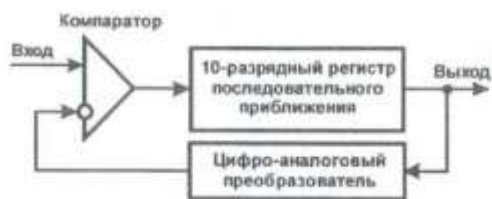


Рис. 1. Структура АЦП последовательного приближения



Рис. 2. Принцип работы АЦП последовательного приближения

Для того, чтобы правильно рассчитать время преобразования АЦП, необходимо помнить, что процесс преобразования занимает 13 тактов АЦП при его непрерывной работе и 25 циклов при его первом запуске. Аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера Atmega8535 содержит 8 входов, подключенных к выводам порта ввода/вывода А. Поскольку преобразователь одновременно может работать только с одним входом, они коммутируются специальным коммутатором (мультиплексором), управляемым программно с помощью регистра ADMUX (табл. 1).

Табл. 1 Регистр управления мультиплексором АЦП ADMUX

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0

2).

Табл. 2. Задание источника опорного напряжения АЦП

REFS1	REFS0	Источник опорного напряжения
0	0	Внешний источник, подключенный к выводу AREF.
0	1	Напряжение питания АЦП, подаваемое на вывод AVCC. К выводу AREF должен быть подключен конденсатор.
1	0	Комбинация не используется.
1	1	Внутренний стабилизированный источник 2,56 В. К выводу AREF должен быть подключен конденсатор.

Биты 6 и 7 - REFS1, REFS0. С помощью этих бит определяется источник опорного напряжения АЦП (табл. 2).

Табл. 3. Представление результата преобразования АЦП в зависимости от управляющего бита ADLAR

ADLAR=0								
ADCH		-	-	-	-	-	ADC9	ADC8
ADCL	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0
ADLAR=1								
ADCH	ADC9	ADC8	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2
ADCL	ADC1	ADC0	-	-	-	-	-	-

Бит 5 - ADLAR. Этот бит отвечает за «левое» выравнивание результата. Поскольку для хранения 10-разрядного результата преобразования АЦП используются два 8-разрядных регистра ADCH и ADCL, некоторые биты регистра ADCH остаются неиспользуемыми. Если ADLAR=1, то результат преобразования АЦП сохраняется «левым» выравниванием по регистру ADCH. Это особенно удобно, если пользователю не нужны два младших бита результата преобразования АЦП (табл. 3).

Биты 4...0 - MUX4...MUX0.С помощью этих бит определяется, какой из входов АЦП подключен к преобразователю. Здесь различают два режима работы входов АЦП - одиночный и дифференциальный (табл. 4).

При решении типовых задач обычно используется одиночное включение ходов (табл. 4), однако в некоторых случаях (например, для исключения и (действия на входы микроконтроллера сигнала помехи) возникает необходимость использования дифференциальных входов. В этом случае АЦП (меряет сигнал не между конкретным аналоговым входом ADC0...ADC7 и общей точкой, а между положительным и отрицательным дифференциальными входами табл. 4).

В некоторых случаях, когда необходимо выловить разницу в очень близких сигналах, полезно перед аналого-цифровым преобразованием эти сигналы усилить.

С этой целью перед подачей на АЦП микроконтроллер может усилить дифференциальный сигнал в 1... 10.. .200 раз (табл. 4).

Для калибровки преобразователя можно также ко всем входам подключить напряжения 1,22В (MUX4...0=11110) или общую точку

Настройка аналого-цифрового преобразователя и управление им осуществляется с помощью регистра управления АЦП ADCSRA(табл. 5).

Бит 7 - ADEN. Этот бит разрешает использование АЦП. Записью логического «0» в ADENAЦП будет немедленно выключено.

Бит 6 - ADSC. Запись логической «1» в этот бит разрешает преобразование АЦП. Необходимо записывать в ADCSлогическую «1» для начала каждого преобразования. По окончании преобразования бит будет автоматически сброшен состояние логического «0».

Бит 5 - ADATE. Записью логической «1» в этот бит разрешается автоматический запуск АЦП по событию. Событие выбирается комбинацией битов ADTSв регистре SFIORмикроконтроллера.

Бит 4 - ADIF. Этот бит - флаг готовности результата преобразования АЦП.Устанавливается автоматически по окончании процесса преобразования.

Бит 3 - ADIE.Этот бит - маска прерывания готовности результата преобразования АЦП. Если ADIE=1, то при появлении флага готовности результата ADIFбудет сгенерировано прерывание.

Биты 2...0 - ADPS2...ADPS0. Комбинация этих бит устанавливает делитель тактовой частоты процессора для тактирования АЦП (табл. 6).

Табл. 4. Определение логики работы входов АЦП в соответствии с битами MUX4...MUX0

MUX4...MUX0	Одиночные входы	Положительный дифференциальный вход	Отрицательный дифференциальный вход	Коэффициент усиления
00000	ADC0			
00001	ADC1			
00010	ADC2			
00011	ADC3			
00100	ADC4			
00101	ADC5			
00110	ADC6			
00111	ADC7			
01000		ADC0	ADC0	10
01001		ADC1	ADC01	10
01010		ADC0	ADC0	200
01011		ADC1	ADC0	200
01100		ADC2	ADC2	10
01101		ADC3	ADC2	10
01110		ADC2	ADC2	200
01111		ADC3	ADC2	200
10000		ADC0	ADC1	1
10001		ADC1	ADC1	1

10010		ADC2	ADC1	1
10011		ADC3	ADC1	1
10100		ADC4	ADC1	1
10101		ADC5	ADC1	1
10110		ADC6	ADC1	1
10111		ADC7	ADC1	1
11000		ADC0	ADC2	1
11001		ADC1	ADC2	1
11010		ADC2	ADC2	1
11011		ADC3	ADC2	1
11100		ADC4	ADC2	1
11101		ADC5	ADC2	1
11110	1,22 В			
11111	0В			

Табл. 5 Регистр управления АЦП ADCSRA

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0

Табл. 6 Пределитель АЦП микроконтроллера Atmega 8535

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Пределитель
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

В регистре специальных функций битами ADTS2...ADTS0 задается источник автозапуска АЦП при активации этой функции в регистре ADCSRA.

Табл. 7. Регистр специальных функций контроллера SFIOR

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Название	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	-	-	-	-

Табл. 8. Источник автозапуска АЦП (биты ADTS2...ADTS0)

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Источник автозапуска
0	0	0	Непрерывное преобразование АЦП
0	0	1	Аналоговый компаратор
0	1	0	Внешнее прерывание INTO
0	1	1	Прерывание по совпадению таймера TO
1	0	0	Прерывание по переполнению таймера TO
1	0	1	Прерывание по совпадению канала В таймера T1
1	1	0	Прерывание по переполнению таймера T1
1	1	1	Прерывание по захвату сигнала таймера T1

Контрольные вопросы

1. Что такое АЦП?
2. Какого типа АЦП используется в микроконтроллере Atmega 8535?
3. Сколько разрядов имеет АЦП МК?
4. Что такое опорное напряжение?
5. Что такое разрешающая способность АЦП?
6. Как рассчитать разрешающую способность АЦП (минимальное напряжение)?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Назначение битов регистров **ADCH** и **ADCL**
2. Ответы на контрольные вопросы
3. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие №12.

Изучение работы сегментного и ЖК индикаторов под управлением МК Atmega 8535

Цель работы: изучить работу семисегментного и жидкокристаллического индикаторов при работе под управлением МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

Материальное обеспечение:

Не требуется

Теоретические сведения

В настоящее время подавляющее число промышленных приборов оснащаются цифровыми индикаторами для отображения различных величин. Простейший семисегментный индикатор (рис. 1) представляет набор отдельных сегментов (светодиодов), при зажигании которых в определенной последовательности можно получить набор цифр и определенных символов.

Каждый сегмент индикатора имеет унифицированное буквенное обозначение в соответствии с латинским алфавитом. Верхний горизонтальный сегмент имеет обозначение «А», все последующие сегменты по часовой стрелке имеют обозначения «В», «С», «D», «Е», «F», «G», «H» (рис. 1).

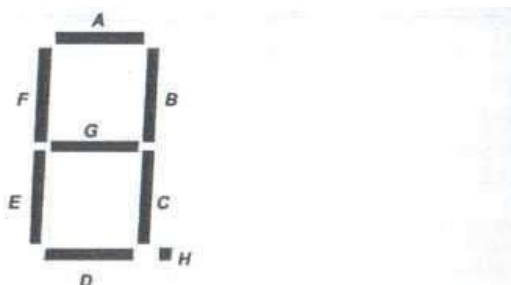


Рис. 1. Внешний вид и структура семисегментного индикатора

Для того, чтобы зажечь сегмент индикатора, необходимо подать напряжение на соответствующий светодиод А ... Н. Семисегментные индикаторы выпускаются двух типов - с общим анодом (рис. 2, а) и с общим катодом (рис. 2, б). Это делается для упрощения работы с индикатором и уменьшения количества выводов его микросхемы. Действительно, при использовании схемы с общим анодом аноды всех светодиодов объединяются, на них подается положительное напряжение.

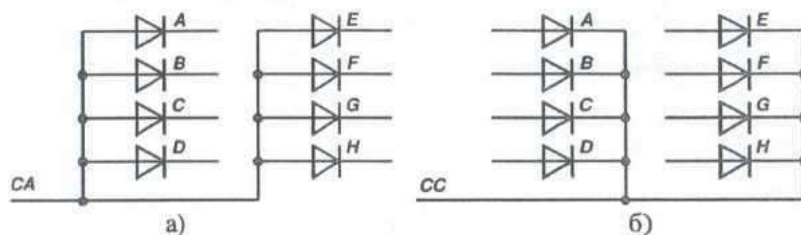


Рис. 2. Семисегментные индикаторы с общим анодом и общим катодом

Для того, чтобы зажечь, например, сегмент «С», необходимо катод соответствующего светодиода через токоограничивающий резистор присоединить к общему проводу.

При использовании индикаторов с общим катодом на него подключается шина с нулевым потенциалом, а на аноды светодиодов через токоограничивающие элементы подключается напряжение питания.

Таким образом, для того, чтобы зажечь, например, цифру 3, необходимо осуществить подачу напряжения на светодиоды А, В, С, D, G.

На практике для упрощения работы с индикаторами применяют схемы промежуточного усиления, предназначенные для усиления сигналов управления индикаторами и удобного управления их сегментами. Пример такой схемы приведен на рис. 3.

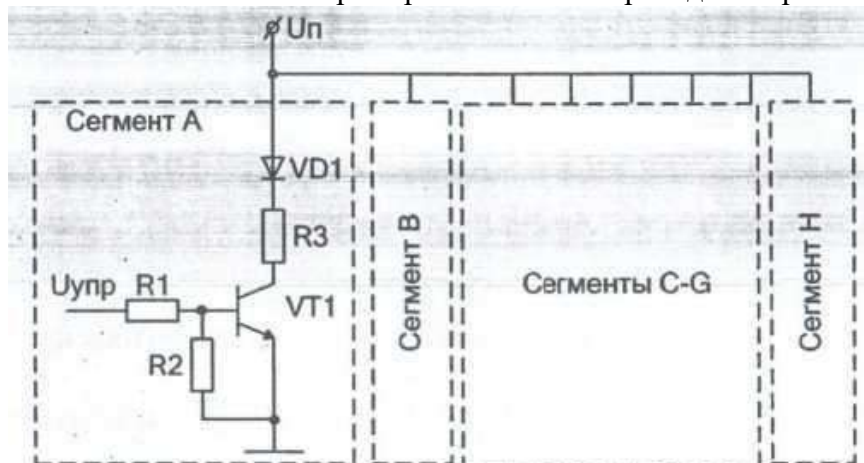


Рис. 3. Схема для управления индикатором

На общие аноды сегментов подается напряжение электропитания U_n . Катоды сегментов через токоограничивающий резистор и транзистор подключаются к общей шине. Очевидно, что для зажигания сегмента необходимо включить транзистор (для сегмента А - транзистор VT1).

Включение транзистора VT1 осуществляется подачей на его базу тока управления, который появляется при подаче напряжения управления $U_{упр}$ на токоограничивающий резистор R1. Таким образом, при подаче от микроконтроллера сигнала логической «1» транзистор VT1 открывается и светодиод VD1 начинает светиться. Применение рассмотренной схемы позволяет включать сегменты сигналами логической «1», а не логического «0».

Динамическая индикация символов

Часто требуется осуществлять индикацию больших чисел, т.е. обращаться не к одному индикатору, а к нескольким.

Рассмотрим варианты индикации числа 1234 на четырех семисегментных индикаторах. В примере будет использован индикатор с общим анодом (рис. 2, а).

В простейшем случае к общим анодам разрядов индикатора необходимо подключить напряжение питания, а на выводы А...Н каждого разряда подать соответствующую кодовую комбинацию (рис. 4). В случае подобной реализации многоразрядного индикатора возникает существенная проблема - при использовании четырех разрядов количество выводов микроконтроллера, используемых для индикации, составляет 32 шт, при этом всего рабочих выводов у микроконтроллера Atmega8535 - 32, то есть ресурсы контроллера будут использованы полностью.

Для того, чтобы минимизировать ресурсоемкость процесса индикации, предлагается использовать метод динамической индикации. Этот метод основан на свойстве инерции

человеческого зрения, при котором глаз не воспринимает разницу между быстро сменяющимися картинками, если они меняются с частотой, превышающей 25 Гц. Схема динамической индикации представлена на рис. 5.

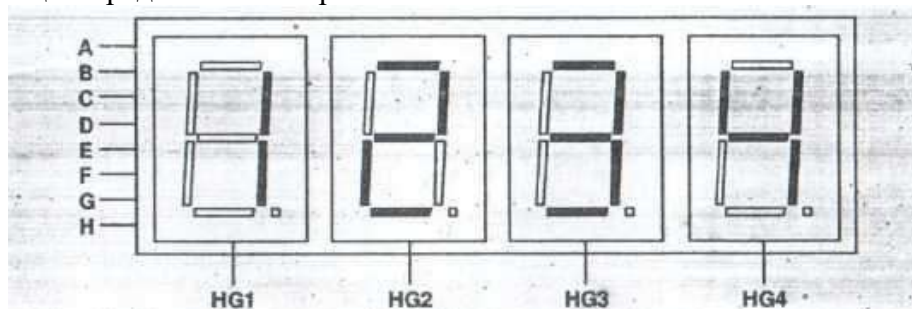


Рис. 5. Схема реализации динамической индикации символов

При динамической индикации соответствующие катоды всех индикаторов объединяются, то есть катоды сегмента А индикаторов HG1...HG4 объединяются в шину А, катоды сегмента В объединяются в шину В и т.д. Общие аноды индикаторов HG1..HG2, наоборот, разъединяются.

Если индикатор реализован подобным образом, то последовательность динамической индикации следующая:

- микроконтроллер выдает код числа 4 на катоды всех индикаторов, при этом напряжение питания подается только на разряд HG4. В результате цифра 4 светится только на индикаторе HG4;

- спустя время, не большее 1/100 секунды, на все сегменты выдается код числа 3, при этом напряжение питания подается только на разряд HG3. В результате цифра 3 светится только на индикаторе HG3;

- на следующем интервале времени на все индикаторы выдается код числа 2, при этом напряжение питания подается только на разряд HG2. В результате цифра 2 светится только на индикаторе HG2;
- в конце цикла на индикаторы подается код числа 1, а напряжение питания - на индикатор HG1. В результате цифра 1 светится только на разряд HG1. Далее процесс повторяется.

Поскольку каждый разряд индикатора обновляется с частотой как минимум 25 Гц, человеческий глаз не замечает мерцания индикатора и процесс отображения числа 1234 кажется постоянным, хотя в один момент времени всегда светится только один разряд индикатора. С увеличением частоты обновления цифр качество индикации улучшается.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение семисегментного индикатора?
2. Как конструктивно можно реализовать семисегментный индикатор?
3. В чем смысл динамической индикации?
4. С какой частотой необходимо подавать сигналы управления на индикатор при реализации динамической индикации?

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Схемы подключения и управления индикатором
3. Ответы на контрольные вопросы
4. Вывод по работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.4. Разработка программ управления для микроконтроллеров средствами искусственного интеллекта

Практическое занятие №13

Основы промпт-инжиниринга для генерации кода Arduino с помощью нейросетей

Цель: освоить базовые навыки составления промптов (запросов) для генерации работоспособного кода Arduino с использованием больших языковых моделей (Deepseek, GigaChat, YandexGPT и др.).

Выполнив работу, вы будете уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах
- использовать современное программное обеспечение, различные цифровые средства для решения профессиональных задач

Материальное обеспечение:

Персональный компьютер с выходом в интернет, программа Arduino IDE

Задание:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями о промпт-инжиниринге для задач автоматизации сельского хозяйства.
2. Составьте промпты для генерации кода системы умная теплица
3. Проанализируйте качество сгенерированного кода и внесите корректировки.

Порядок выполнения работы:**Шаг 1. Подготовка к работе**

- 1.1. Убедитесь, что компьютер подключён к интернету.
- 1.2. Откройте браузер и перейдите на сайт сервиса искусственного интеллекта:
DeepSeek: <https://chat.deepseek.com>
GigaChat: <https://gigachat.ru>
YandexGPT: <https://ya.ru>
- 1.3. Откройте Arduino IDE на компьютере.

Шаг 2. Сборка схемы подключения

- 2.1. Установите плату Arduino на макетную плату.
- 2.2. Подключите датчик влажности почвы:

VCC → 5V на Arduino
GND → GND на Arduino
Signal (AO) → A0 на Arduino

- 2.3. Подключите датчик уровня воды:

VCC → 5V на Arduino
GND → GND на Arduino
Signal → A1 на Arduino

- 2.4. Подключите датчик DHT11:

VCC → 5V на Arduino
GND → GND на Arduino
Data → 2 на Arduino

- 2.5. Подключите LCD-дисплей I2C:

VCC → 5V на Arduino
GND → GND на Arduino
SDA → A4 на Arduino
SCL → A5 на Arduino

- 2.6. Подключите зуммер:

(+) → 10 на Arduino
(-) → GND на Arduino

- 2.7. Подключите светодиод:

Анод (+) → через резистор 220 Ом → 13 на Arduino
Катод (-) → GND на Arduino

Шаг 3. Генерация кода с помощью нейросети

- 3.1. Скопируйте промпт.

Ты — эксперт по Arduino и системам автоматизации. Напиши полный код для платы Arduino Uno на языке C++ для системы "умная теплица".

Компоненты:

- Датчик влажности почвы подключён к аналоговому пину A0;
- Датчик уровня воды подключён к аналоговому пину A1;
- Датчик температуры и влажности DHT11 подключён к цифровому пину 2;
- LCD-дисплей 16x2 с I2C интерфейсом (адрес 0x27);
- Зуммер подключён к цифровому пину 10;
- Светодиод подключён к цифровому пину 13.

Алгоритм работы:

- Каждые 2 секунды считывать показания всех датчиков.
- Влажность почвы отображать в % (map 0-1023 → 0-100%).
- Уровень воды отображать в % (0-1023 → 0-100%).
- Если влажность почвы < 30%: включить светодиод, показать "ПОЧВА СУХАЯ!

ПОЛИВ!".

- Если влажность почвы >= 30%: выключить светодиод.
- Если уровень воды < 20%: включить зуммер (писк 0.5с / пауза 0.5с), показать "МАЛО

ВОДЫ!".

- Если уровень воды >= 20%: выключить зуммер.
- Если температура > 35°C: светодиод мигает с частотой 0.5с.
- На дисплее поочерёдное отображение (каждые 3 секунды): экран1 — влажность почвы и уровень воды, экран2 — температура и влажность воздуха, экран3 — предупреждения.
- Добавь комментарии на русском языке.
- Добавь вывод в Serial Monitor.
- Подключи библиотеки: DHT.h, LiquidCrystal_I2C.h, Wire.h.

3.2. Вставьте промпт в окно чата сервиса искусственного интеллекта.

3.3. Нажмите кнопку отправки запроса (Enter или кнопка «Отправить»).

3.4. Дождитесь генерации кода — нейросеть выдаст полный текст программы на языке C++.

3.5. Скопируйте сгенерированный код (нажмите «Сору» или выделите вручную и нажмите Ctrl+C).

Шаг 4. Установка необходимых библиотек

4.1. В Arduino IDE откройте меню: Скетч → Подключить библиотеку → Управлять библиотеками.

4.2. В строке поиска введите DHT.

Найдите библиотеку DHT sensor library by Adafruit.

Нажмите «Установить».

4.3. В строке поиска введите LiquidCrystal I2C.

Шаг 5. Загрузка кода в Arduino IDE

5.1. Создайте новый скетч: Файл → Создать.

5.2. Удалите весь код, который там есть по умолчанию.

5.3. Вставьте скопированный из нейросети код

5.4. Выберите плату: Инструменты → Плата → Arduino Uno (или Arduino Nano в зависимости от вашей платы).

5.5. Выберите порт: Инструменты → Порт — выберите COM-порт, к которому подключена плата Arduino (обычно COM3, COM4 или COM5).

5.6. Проверьте код на ошибки: нажмите кнопку «Проверить» (галочка в левом верхнем углу).

В нижней части окна появится сообщение «Скомпилировано успешно» или список ошибок.

Если есть ошибки, прочитайте их и исправьте (обычно ошибки связаны с отсутствием библиотек или неправильными названиями пинов).

5.7. Загрузите код: нажмите кнопку «Загрузить» (стрелка вправо).

Дождитесь завершения загрузки (в нижней части окна появится сообщение «Загрузка завершена»).

Шаг 6. Тестирование работы системы

6.1. Откройте монитор порта: Инструменты → Монитор порта (или нажмите значок лупы в правом верхнем углу).

6.2. Установите скорость передачи данных 9600 бод (в нижнем правом углу монитора порта).

6.3. Проверьте вывод данных:

В мониторе порта должны появляться показания всех датчиков.

Пример вывода: Температура: 24.5°C, Влажность воздуха: 55%, Влажность почвы: 45%, Уровень воды: 80%

6.4. Проверьте работу датчика влажности почвы:

Поместите датчик в сухую землю (или оставьте на воздухе) → показания влажности должны быть низкими (менее 30%).

Светодиод на пине 13 должен включиться.

На LCD-дисплее должно появиться сообщение «ПОЧВА СУХАЯ! ПОЛИВ!».

6.5. Проверьте работу датчика уровня воды:

Извлеките датчик из воды (или оставьте на воздухе) → показания уровня должны быть низкими (менее 20%).

Зуммер должен издавать прерывистый звук (писк 0.5 сек, пауза 0.5 сек).

На LCD-дисплее должно появиться сообщение «МАЛО ВОДЫ!».

6.6. Проверьте работу датчика температуры:

Подышите на датчик DHT11 (или нагрейте его рукой) → при температуре выше 35°C светодиод начнёт мигать.

6.7. Проверьте работу LCD-дисплея:

Наблюдайте за дисплеем — каждые 3 секунды экран должен меняться:

Экран 1: влажность почвы и уровень воды

Экран 2: температура и влажность воздуха

Экран 3: предупреждения (если есть)

Шаг 7. Возможные ошибки и их устранение

Проблема	Возможная причина	Решение
Код не компилируется	Не установлена библиотека	Установите недостающие библиотеки через менеджера библиотек
Дисплей не работает	Неправильный I2C-адрес	Определите адрес дисплея с помощью скетча-сканера I2C. Если адрес 0x3F, замените в коде 0x27 на 0x3F
Зуммер не пищит	Перепутана полярность	Подключите (+) к пину 10, (-) к GND
Светодиод не горит	Перепутаны анод и катод	Длинная ножка (+) через резистор к пину 13, короткая (-) к GND

Скетч для определения I2C-адреса дисплея:

```
#include <Wire.h>

void setup() {
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("I2C Scanner");
}

void loop() {
  byte error, address;
  for(address = 1; address < 127; address++) {
    Wire.beginTransmission(address);
    error = Wire.endTransmission();
    if(error == 0) {
      Serial.print("Device found at address 0x");
      if(address < 16) Serial.print("0");
      Serial.println(address, HEX);
    }
  }
  delay(5000);
}
```

Самостоятельное задание:

Разработайте систему «Умная парковка» на базе Arduino, которая выполняет следующие функции:

1. Обнаружение транспортного средства с помощью ультразвукового датчика (HC-SR04).
2. Управление шлагбаумом с помощью сервопривода.
3. Индикация открывания шлагбаума с помощью светодиодов.
4. Отображение информации на LCD-дисплее 16x2 I2C.
5. Авторизация доступа с помощью RFID-считывателя (RC522).
6. Звуковая индикация событий с помощью зуммера.

Форма представления результата:

1. Титульный лист (ФИО, группа, дата, тема работы).
2. Фотография собранных устройств.
3. Использованный промпт (скопированный текст запроса).
4. Сгенерированный готовый код.
5. Скриншот монитора порта с показаниями датчиков.
6. Выявленные ошибки и способы исправления.
7. Вывод.

Критерии оценки:

«Отлично» Все шаги выполнены. Код сгенерирован, загружен, работает корректно. Отчёт полный, содержит все разделы.

«Хорошо» Код работает, но есть незначительные недочёты (например, не работает зуммер или нет вывода в Serial Monitor). Отчёт оформлен.

«Удовлетворительно» Код работает частично (2-3 из 5 компонентов). Отчёт неполный.

«Неудовлетворительно» Работа не выполнена или код не загружен.

Практическое занятие №14

Отладка и документирование кода Arduino с помощью нейросети

Цель: освоить навыки использования нейросетей для отладки (поиска и исправления ошибок) и автоматического документирования кода Arduino в соответствии с требованиями профессиональных и общих компетенций.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- выявлять ошибки в программном коде;
- документировать произведенные действия, выявленные проблемы и способы их устранения;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- использовать современное программное обеспечение, различные цифровые средства для решения профессиональных задач.

Материальное обеспечение: персональный компьютер с выходом в интернет; программа Arduino IDE;

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретическими сведениями об отладке и документировании кода.
2. Выполните отладку двух проектов («Лазерная сигнализация» и «Шифратор пароля») с помощью нейросети.
3. Оформите документацию к исправленному коду.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовка к работе

1.1. Убедитесь, что компьютер подключён к интернету.

1.2. Откройте браузер и перейдите на сайт сервиса искусственного интеллекта (по выбору):

DeepSeek: <https://chat.deepseek.com>

GigaChat: <https://giga.chat>

YandexGPT: <https://ya.ru>

1.3. Откройте программу Arduino IDE на компьютере.

1.4. Создайте два новых скетча: LaserAlarm и PasswordEncoder.

2. Изучение теоретического материала

Отладка (Debugging) — это процесс поиска и исправления ошибок в программном коде.

Типы ошибок:

Тип ошибки	Описание	Пример
Синтаксические	Нарушение правил языка программирования	Пропущена точка с запятой, не закрыта скобка

Логические	Неправильная работа программы (ошибки в алгоритме)	Неверное условие, бесконечный цикл
Ошибки компиляции	Код не компилируется из-за отсутствия библиотек или неправильных объявлений	DHT.h: No such file or directory

Документирование кода — это процесс написания пояснений к программе.

Структура хорошего комментария в начале программы:

- * Название проекта: _____
- * Автор: _____
- * Дата: _____
- * Описание: _____
- * Компоненты: _____
- * Схема подключения: _____
- * Алгоритм работы: _____

3. Выполнение проекта №1 «Лазерная сигнализация»

3.1. Изучите схему подключения

Компоненты проекта:

№	Компонент	Назначение
1	Лазерный модуль (KY-008)	Генерирует лазерный луч
2	Фоторезистор (с резистором 10 кОм)	Детектирует попадание луча
3	Зуммер (пьезоизлучатель)	Звуковая сигнализация
4	RGB-светодиод (общий катод)	Световая индикация (красный — тревога, зелёный — норма)
5	Резистор 220 Ом (3 шт.)	Для RGB-светодиода
6	Резистор 10 кОм	Для фоторезистора
7	Макетная плата	Для сборки схемы
8	Соединительные провода	—

Схема подключения (содержит ошибки):

Компонент	Указанный пин	Правильный пин
Лазерный модуль	8	?
Фоторезистор	A1	?
Зуммер	11	?
RGB-светодиод (красный)	7	?
RGB-светодиод (зелёный)	4	?

Задание 3.1: определите правильные пины для каждого компонента и запишите их в таблицу.

3.2. Изучите ошибочный код

Скопируйте приведённый ниже код в Arduino IDE (проект LaserAlarm).

Код проекта №1 «Лазерная сигнализация» (содержит ошибки):

```
// Лазерная сигнализация  
// ОШИБОЧНЫЙ КОД — содержит 8 ошибок
```

```
int laserPin = 8;  
int photoPin = A0;  
int buzzerPin = 11;  
int redPin = 7;  
int greenPin = 4;  
int bluePin = 2;  
  
int threshold = 500;  
bool alarmState = false;  
  
void setup() {  
  pinMode(laserPin, OUTPUT);  
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);  
  pinMode(redPin, OUTPUT);  
  pinMode(greenPin, OUTPUT);  
  pinMode(bluePin, OUTPUT);  
  
  digitalWrite(laserPin, HIGH);  
  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  int sensorValue = analogRead(photoPin);  
  Serial.println(sensorValue);  
  
  if (sensorValue < threshold) {  
    if (!alarmState) {  
      alarmState = true;  
      digitalWrite(buzzerPin, HIGH);  
      setColor(255, 0, 0);  
      Serial.println("ALARM! Laser interrupted!");  
    }  
  } else {  
    if (alarmState) {  
      alarmState = false;  
      digitalWrite(buzzerPin, LOW);  
      setColor(0, 255, 0);  
      Serial.println("Alarm off. Laser detected.");  
    }  
  }  
  
  delay(100);  
}  
  
void setColor(int red, int green, int blue) {  
  analogWrite(redPin, red);  
  analogWrite(greenPin, green);  
  analogWrite(bluePin, blue);  
}
```

Задание 1.2: Скомпилируйте код. Запишите все ошибки, которые видит компилятор.

Задание 1.3: Отправьте код в нейросеть с запросом на поиск ошибок.

Запрос для нейросети:

«Проанализируй этот код Arduino для системы лазерной сигнализации. Найди все синтаксические и логические ошибки. Перечисли их и объясни, как исправить. Код: [вставьте код]»

Задание 1.4: заполните таблицу:

№	Описание ошибки	Как исправить

Задание 1.5: Исправьте код вручную или с помощью нейросети. Убедитесь, что код компилируется без ошибок.

Задание 1.6: Отправьте исправленный код в нейросеть с запросом на документирование.

Запрос для нейросети:

«Добавь в этот код заголовочный комментарий с описанием работы программы, списком компонентов, схемой подключения и пояснением алгоритма работы. Используй формат многострочного комментария на русском языке. Код: [вставьте исправленный код]»

Задание 1.7: Вставьте полученный задокументированный код в Arduino IDE.

4. Выполнение проекта №2 «Шифратор пароля»

4.1. Изучите схему подключения

Компоненты проекта:

№	Компонент	Назначение
1	Клавиатура 4x4	Ввод цифр
2	LCD-дисплей 16x2 I2C	Отображение ввода и зашифрованного кода
3	Зуммер	Звуковая индикация
4	Светодиод зелёный	Правильный пароль
5	Светодиод красный	Неправильный пароль
6	Резистор 220 Ом (2 шт.)	Для светодиодов
7	Макетная плата	Для сборки схемы
8	Соединительные провода	—

Схема подключения (содержит ошибки):

Компонент	Указанный пин	Правильный пин
Клавиатура (строки)	10,9,8,7	?
Клавиатура (столбцы)	6,5,4,3	?
Зуммер	13	?
Зелёный светодиод	12	?
Красный светодиод	11	?
LCD I2C (SDA)	A4	?
LCD I2C (SCL)	A5	?

Задание 2.1: определите правильные пины для каждого компонента и запишите их в таблицу.

4.2. Изучите ошибочный код

Скопируйте приведённый ниже код в Arduino IDE (проект PasswordEncoder).

Код проекта №2 «Шифратор пароля» (содержит ошибки):

```
// Шифратор пароля
// ОШИБОЧНЫЙ КОД — содержит 8 ошибок

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {9,8,7,6};
byte colPins[COLS] = {5,4,3,2};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

int greenLed = 12;
int redLed = 11;
int buzzer = 13;

String correctCode = "1234";
String enteredCode = "";
byte key = 0xAA;

void setup() {
  pinMode(greenLed, OUTPUT);
  pinMode(redLed, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.print("Enter code:");
  lcd.setCursor(0, 1);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  char keyPressed = keypad.getKey();

  if (keyPressed) {
    if (keyPressed >= '0' && keyPressed <= '9') {
      enteredCode += keyPressed;
      lcd.print('*');
    }

    if (enteredCode.length() == 4) {
```



```

    delay(500);
    checkPassword();
  }
}

void checkPassword() {
  String encryptedCode = "";
  for (int i = 0; i < enteredCode.length(); i++) {
    encryptedCode += (char)(enteredCode[i] ^ key);
  }

  String encryptedCorrect = "";
  for (int i = 0; i < correctCode.length(); i++) {
    encryptedCorrect += (char)(correctCode[i] ^ key);
  }

  lcd.clear();
  lcd.print("Encrypted: ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(encryptedCode);

  if (encryptedCode == encryptedCorrect) {
    digitalWrite(greenLed, HIGH);
    tone(buzzer, 1000, 200);
    lcd.clear();
    lcd.print("ACCESS GRANTED");
    delay(2000);
  } else {
    digitalWrite(redLed, HIGH);
    tone(buzzer, 500, 500);
    lcd.clear();
    lcd.print("ACCESS DENIED");
    delay(2000);
  }

  digitalWrite(greenLed, LOW);
  digitalWrite(redLed, LOW);
  enteredCode = "";
  lcd.clear();
  lcd.print("Enter code:");
  lcd.setCursor(0, 1);
}

```

Задание 2.2: Скомпилируйте код. Запишите все ошибки, которые видит компилятор.

Задание 2.3: Отправьте код в нейросеть с запросом на поиск ошибок.

Запрос для нейросети:

«Проанализируй этот код Arduino для шифратора пароля. Найди все синтаксические и логические ошибки. Обрати особое внимание на: подключение библиотек, работу с Keypad, шифрование XOR, сравнение строк, управление светодиодами и зуммером. Перечисли ошибки и объясни, как их исправить. Код: [вставьте код]»

Задание 2.4: Заполните таблицу:

№	Описание ошибки	Как исправить

Задание 2.5: Исправьте код вручную или с помощью нейросети. Убедитесь, что код компилируется без ошибок.

Задание 2.6: Отправьте исправленный код в нейросеть с запросом на документирование.

Запрос для нейросети:

«Добавь в этот код заголовочный комментарий с описанием алгоритма шифрования XOR, списком компонентов, схемой подключения и инструкцией по использованию. Опиши, как работает шифрование. Код: [вставьте исправленный код]»

Задание 2.7: Вставьте полученный задокументированный код в Arduino IDE.

5. Сравнительный анализ

Задание 5.1: Ответьте на вопросы:

1. Какие типы ошибок (синтаксические, логические, ошибки компиляции) встречались в каждом проекте?
2. Какие ошибки нейросеть нашла легко, а какие вызвали затруднения?
3. Насколько полезной оказалась нейросеть для отладки кода?
4. Насколько полезной оказалась нейросеть для документирования кода?
5. С какими ограничениями нейросетей вы столкнулись при выполнении отладки?

Отчёт должен содержать:

1. Титульный лист (ФИО, группа, дата, тема занятия).
2. Проект №1. Лазерная сигнализация:
3. Фото готового устройства;
4. Исправленная схема подключения (таблица с правильными пинами);
5. Список найденных ошибок (таблица из задания 1.4);
6. Исправленный код с комментариями;
7. Проект №2. Шифратор пароля:
8. Фото готового устройства;
9. Исправленная схема подключения (таблица с правильными пинами);
10. Список найденных ошибок (таблица из задания 2.4);
11. Исправленный код с комментариями;
12. Сравнительный анализ (ответы на вопросы из задания 5.1).
13. Вывод (достигнута ли цель, какие навыки освоены, как нейросеть помогла в отладке и документировании).

Критерии оценки:

«Отлично» Найдены и исправлены все ошибки в обоих проектах. Код отлажен и задокументирован. Отчёт полный, содержит все разделы.

«Хорошо» Найдены и исправлены все ошибки, но документация неполная. Отчёт оформлен.

«Удовлетворительно» Найдены не все ошибки (60-80%). Код работает частично.

«Неудовлетворительно» Задание не выполнено или код не работает.

Практическое занятие №15

Комплексное проектирование: генерация структурированного кода с использованием ИИ-помощников

Цель: освоить навыки комплексного проектирования системы пожарной сигнализации с использованием нейросетей для генерации структурированного кода, а также приобрести опыт сборки схемы в симуляторе Wokwi и на макетной плате.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- использовать возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры;
- распознавать и анализировать задачу в профессиональном контексте;
- определять необходимые источники информации и оформлять результаты поиска;
- организовывать работу коллектива и команды (при выполнении в группе).

Материальное обеспечение: персональный компьютер с выходом в интернет; программа Arduino IDE;

Задание

1. Разработайте систему пожарной сигнализации на базе Arduino, которая обнаруживает наличие пламени и оповещает об этом.
2. Соберите схему в симуляторе Wokwi.
3. Соберите схему на макетной плате.
4. Напишите структурированный код с использованием ИИ-помощников.
5. Оформите отчёт с фотографиями готового устройства, схемой из Wokwi, перечнем компонентов и кодом.

Порядок выполнения работы:

Разработать устройство пожарной сигнализации, которое обнаруживает наличие открытого пламени (огня) и оповещает об этом звуковым и световым сигналом. Система должна иметь возможность включения и отключения кнопкой, а также выводить диагностическую информацию в монитор порта.

Функциональные требования:

№	Требование	Описание
1	Обнаружение пламени	Система должна реагировать на инфракрасное излучение от открытого огня с помощью датчика пламени
2	Звуковое оповещение	При обнаружении пламени должен включаться зуммер
3	Световое оповещение	При обнаружении пламени должен загораться красный светодиод
4	Включение/отключение	Кнопка должна позволять включать и выключать систему сигнализации (система выключена по умолчанию)
5	Мониторинг порта	В Serial Monitor должны выводиться: состояние системы (ВКЛ/ВЫКЛ), значение датчика пламени, наличие пламени, состояние зуммера и светодиода
6	Подавление дребезга	При нажатии кнопки должен быть реализован алгоритм подавления дребезга контактов

Задание 1. Определение компонентов и разработка схемы подключения

1.1. Самостоятельно определите перечень компонентов, необходимых для реализации проекта.

1.2. Самостоятельно разработайте схему подключения компонентов к Arduino.

Задание 2. Проектирование схемы в симуляторе Wokwi

2.1. Перейдите на сайт <https://wokwi.com>.

2.2. Создайте новый проект с платой Arduino Uno.

2.3. Самостоятельно соберите схему в Wokwi в соответствии с вашей схемой подключения.

2.4. Сделайте скриншот собранной схемы в Wokwi для отчёта.

Задание 3. Генерация кода с помощью ИИ-помощника

3.1. Самостоятельно составьте промпт (запрос) для нейросети на основе технического задания.

Что должно быть в промпте:

- Роль эксперта (например, «Ты — специалист по Arduino»);
- Список компонентов и их подключение к пинам (укажите пины, которые вы выбрали);
- Алгоритм работы системы (включение/выключение кнопкой, обнаружение пламени, оповещение, вывод в монитор порта);
- Требования к коду (структурированность, комментарии на русском языке, подавление дребезга кнопки).

3.2. Вставьте промпт в сервис искусственного интеллекта (DeepSeek, GigaChat или YandexGPT).

3.3. Полученный код скопируйте и вставьте в Arduino IDE.

3.4. Вставьте код в Wokwi (в редактор кода) и запустите симуляцию.

3.5. Проверьте работу системы в симуляторе. При наличии ошибок — исправьте их с помощью нейросети или самостоятельно.

Задание 4. Сборка реального устройства (при наличии оборудования)

4.1. Подготовьте все необходимые компоненты.

4.2. Самостоятельно соберите схему на макетной плате в соответствии с вашей схемой подключения.

4.3. Подключите плату Arduino к компьютеру с помощью USB-кабеля.

4.4. Загрузите код в Arduino (выберите плату и порт, нажмите «Загрузить»).

4.5. Откройте монитор порта (скорость 9600 бод).

4.6. Проверьте работу системы:

— Нажмите кнопку — система должна включиться;

— Поднесите источник огня (зажигалку, не зажигая) к датчику пламени — зуммер должен запищать, светодиод загореться, в мониторе порта появится сообщение;

— Уберите источник огня — сигнализация должна выключиться;

— Нажмите кнопку ещё раз — система должна выключиться.

4.7. Сфотографируйте собранное устройство (крупным планом и в работе) для отчёта.

Отчёт должен содержать:

1. Титульный лист
2. Дата выполнения.
3. Краткое описание проекта;
4. Составленная таблица с компонентами (название, назначение, количество).
5. Скриншот схемы, собранной в симуляторе.
6. Код программы
7. Фотографии готового

8. Скриншот монитора порта с выводом данных.
9. Результаты тестирования
10. Вывод

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**по ПМ.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ КОМПЬЮТЕРНЫХ
СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ**

МДК 02.02 Мобильные робототехнические комплексы

**для обучающихся специальности
09.02.01. «Компьютерные системы и комплексы»**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
Лабораторное занятие №34. Изучение принципов объектно-ориентированного программирования	5
Лабораторное занятие №35. Тестирование двигателей постоянного тока	7
Лабораторное занятие №36. Тестирование двигателей с ШИМ-регуляцией и без неё	13
Лабораторное занятие №37 Сборка робота базовой модели	14
Лабораторное занятие №38. Подключение моторов и драйверов	18
Лабораторное занятие №39. Тестирование собранной колесной базы	25
Лабораторное занятие №40. Сборка верхней части робота	28
Лабораторное занятие №41. Подключение устройств обратной связи	32
Лабораторное занятие №42. Тестирование электронных компонентов робота	34
Лабораторное занятие №43. Программирование робота на заданное движение	36
Лабораторное занятие №44. Программирование робота на дополнительные действия	42
Лабораторное занятие №45. Управление роботом по каналу инфра красной связи	44
Лабораторное занятие №46. Управление роботом по каналу Bluetooth	52
Лабораторное занятие №47. Управление роботом через приложение	56
Лабораторное занятие №48. Движение робота по заданной траектории	61
Лабораторное занятие № 49. Оснащение робота датчиком	68
Лабораторное занятие № 50 Оснащение робота сервомотором	72
Лабораторное занятие № 51. Движение робота с объездом препятствий	77

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой ПМ.02. «Проектирование управляющих программ компьютерных систем и комплексов», МДК 02.02 «Мобильные робототехнические комплексы» предусмотрено проведение лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1. Проектировать, разрабатывать и отлаживать программный код модулей управляющих программ

ПК 2.2. Владеть методами командной разработки программных продуктов

А также формированию общих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

Выполнение обучающимися лабораторных работ по ПМ.02. «Проектирование управляющих программ компьютерных систем и комплексов», МДК 02.02 «Мобильные робототехнические комплексы» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.2 Элементы робототехнических конструкций

Лабораторное занятие №34.

Изучение принципов объектно-ориентированного программирования

Цель работы: изучить принципы ООП и их практическое применение.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Язык программирования в проекте Arduino, является объектно-ориентированным. Объекты — это сложные структуры, которые имеют оригинальное название, могут включать в себя как переменные, так и функции. Фактически, объекты созданы для удобного обращения к сложным структурам. Например, когда программно подключаем сервомотор, то подключаем сначала библиотеку (`#include <servo.h>`), а затем создаем объект `servomotor` (листинг 4.10). Естественно, что при этом управляющий контакт сервомотора должен быть физически подключен к порту Arduino, и на мотор подано электропитание (рис. 4.17).

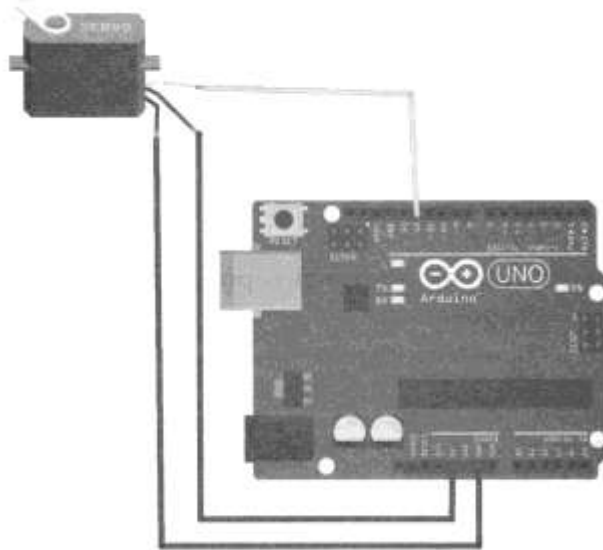


Рис. 4.17. Подключение сервомотора к контроллеру Arduino UNO

Листинг 4.10. Пример управления сервомотором

//Подключаем библиотеку для управления сервомоторами.

```
#include <Servo.h>
```

// Создаем объект сервомотор.

```
Servo servomotor;
```

```
void setup ()
```

```
{
```

// Присоединяем сервомотор к 12-му пину Arduino.

```
servomotor.attach(12);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
servomotor.write(10); // Поворачиваем вал сервомотора в положение 10°.
```

```
// Угол сервомотора увеличивается по часовой стрелке.
delay(500); // Задержка нужна, чтобы сервомотор успел повернуть.
servomotor.write(150); //Поворачиваем вал сервомотора в положение 150°.
delay(500);
// Задержка на поворот.
}
```

Разделение программы (внутренние библиотеки)

Несмотря на то, что в каталоге с программой для Arduino IDE может находиться только одна программа с расширением `.ino`, одноименная с каталогом, программу не обязательно «укладывать» в один файл. В рабочем каталоге с программой можно дополнительно создавать файлы с расширением `.h`, а затем подключать их к программе инструкцией `#include "new_fiie.h"`, где `new_fiie.h`— имя созданного дополнительного файла (оно может быть другим, но должно иметь расширение `.h`) (рис. 4.18).

При этом содержимое подключенного файла при сборке программы включается в тело основного файла программы.

Подключенные подобным образом файлы при открытии основной программы автоматически открываются на редактирование в среде Arduino IDE в отдельных вкладках, что удобно для редактирования. В своей практике я создаю подобные файлы для хранения библиотек функций. При этом для функций различной направленности создаю разные файлы. Таким образом, основной файл программы проекта освобождается от лишней, затрудняющей понимание, информации.

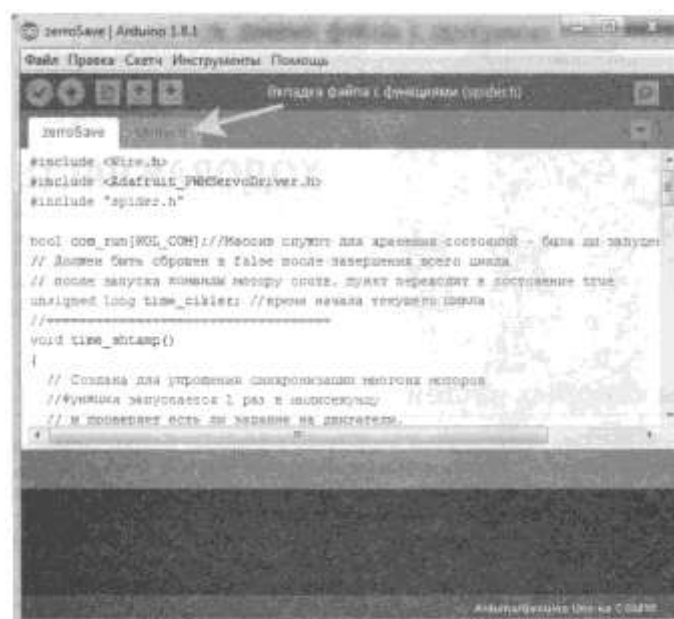


Рис. 4.18. Пример разделения программы на два файла: основной — `zeroSave.ino` и дополнительный — `spider.h`

Задание.

1. Соберите схему, представленную на рис. 4.17
2. Создайте скетч управляющей программы, загрузите скетч в МК и проверьте работу сервопривода.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №35.

Тестирование двигателей постоянного тока

Цель работы: научиться подключать двигатели постоянного тока, а также управлять ими с помощью МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Ходовая часть — это комплекс узлов и агрегатов, с помощью которых возможно передвижение робота. Выбор ходовой части для робота, конечно, важный вопрос. При этом можно исходить либо из поставленных перед роботом задач, либо из имеющихся ресурсов, а если основная задача робота — это знакомство с робототехникой, то немаловажным критерием становится доступность деталей ходовой части и простота ее изготовления. Рассмотрим некоторые виды ходовых частей.

Ходовую часть робота можно организовать на основе ног (шагающий робот). Бывают они как двуногие, так и многоногие. Двуногие роботы применяются там, где требуется уподобить робота человеку, их тогда называют *человекоподобными*, или *андроидами*.

Двуногим роботам требуется большое количество высокоточных моторов, а это усложняет управление ими, поскольку вращение всех моторов нужно синхронизировать. Кроме того, потребуется научить робота держать равновесие, а при падении он должен уметь вставать на ноги.

Роботы, ходовые части которых состоят из 4-х и более ног, более устойчивы и могут не содержать механизмов балансировки, т. к. падение их почти невозможно. Ноги подобных роботов проще в реализации и управлении, да и содержат они по 2-3 сервопривода.

Гусеничная ходовая часть весьма широко распространена в робототехнике благодаря простой реализации и высокой проходимости роботов, построенных на ее основе.

Колесная ходовая часть с дифференциалом часто встречается в радиоуправляемых моделях машин. Как правило, в них задействовано два мотора постоянного тока: на дифференциал задних колес и на рулевую тягу.

Колесные ходовые части с мотором на каждое колесо бывают двух видов: с двумя моторными колесами и одним опорным роликом (рис. 5.8) и с четырьмя моторными колесами (рис. 5.9).

Существенных различий между ними нет, кроме того, что четырехколесный робот более мощный и устойчивый. Поэтому именно четырехколесная ходовая будет использована в базовой модели робота.

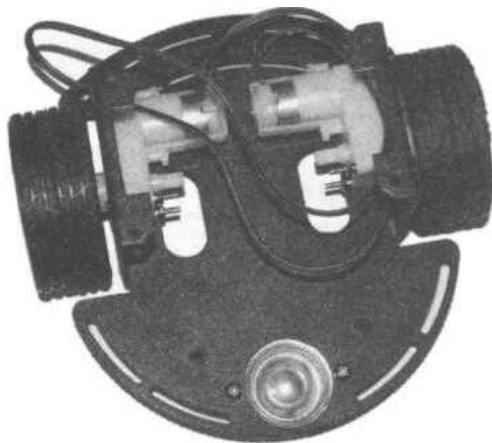


Рис. 5.8. Ходовая с 2-мя ведущими колесами

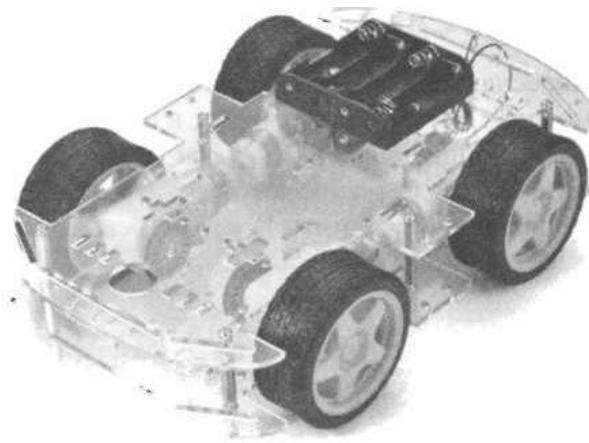


Рис. 5.9. Ходовая с 4-мя ведущими колесами

После выбора структуры ходовой, следует определить, какие двигатели будет использовать наш робот. Конечно, исходить при этом надо из наличия соответствующих комплектующих и/или поставленных задач, поэтому вам предстоит выбор между двигателями постоянного тока с редуктором, сервомоторами постоянного вращения и шаговыми двигателями. Их различия представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Сравнительные параметры различных типов двигателей

Сравниваемые параметры	Двигатель постоянного тока с понижающим редуктором	Сервомотор постоянного вращения	Шаговый двигатель
Количество задействованных портов микроконтроллера для управления	2~3	1	4
Скорость реакции на поступившую команду, сек	~1/1000	~1/10	~1/1000
Скорость вращения (с учетом понижающего редуктора), об/мин	20–240	1-60	1-60
Стоимость (за единицу принята стоимость двигателя постоянного тока с редуктором), сравниваются двигатели, равные по мощности	1	5	3
Минимальное количество портов управления ходовой частью для проекта колесного робота с 4-мя ведущими колесами	4 (при отказе от управления мощностью и параллельном управлении двумя правыми и двумя левыми моторами)	2 (при параллельном управлении двумя правыми и двумя левыми моторами)	8 (при параллельном управлении двумя правыми и двумя левыми моторами)

Как можно видеть, наиболее быстрая реакция у двигателя постоянного тока, у него также и самая низкая стоимость. Сервомотор превосходит его за счет задействования меньшего количества портов Arduino. Шаговый двигатель при использовании в ходовой части не дает особых преимуществ, хотя если количество сделанных роботом оборотов колес нужно считать и строго дозировать, то это неплохой выбор.

Сервомоторами хорошо регулируется скорость движения робота, если скорость колес нужно менять постоянно и держать в точно заданных пределах. Скорость оборота колеса, вращаемого сервомотором, зависит только от установленного на порту значения, и при увеличении сопротивления (когда, например, робот движется в гору) практически не меняется, в то время как двигатель постоянного тока изменяет скорость своего вращения в зависимости от

нагрузки.

Шаговым двигателем также можно держать постоянную скорость, но технически реализовать это несколько сложнее из-за большего количества задействованных портов Arduino. Так, роботу, имеющему 4 ведущих колеса, потребуется 16 портов управления, правда правые и левые колеса можно подключить к управлению параллельно, и тогда количество портов уменьшится до 8, что, однако, тоже избыточно.

Тем не менее, все три вида двигателей применяются в ходовых частях колесных роботов, и выбор зависит от требований, предъявляемых к роботу. Далее будет рассматриваться ходовая с двигателями постоянного тока, снабженными редукторами, т. к. строгих требований к скорости и мощности робота мы предъявлять не станем.

Драйверы двигателей

Платы Arduino, кроме специализированных, не поддерживают возможностей управления двигателями постоянного тока напрямую, и для этого приходится применять специальные специализированные микросхемы, называемые *драйверами двигателей*. Наиболее распространенные из них приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Специализированные микросхемы драйверов двигателей

Характеристики	L293D	L293B	L298N
Максимальный ток на канал, А	0,6	1	3
Количество каналов	4	4	4
Встроенная диодная защита от паразитных токов	Есть	Нет	Нет

Здесь рассмотрены три микросхемы драйверов, которые подходят для управления направлением вращения и мощностью двигателей постоянного тока. Они же могут применяться и для управления шаговыми двигателями.

Микросхему L293D можно использовать без дополнительных доработок, более того— для повышения максимального тока эти микросхемы иногда применяются парами и снабжаются радиаторами. Микросхемы L298N и L293B должны быть установлены вместе с защитными диодами, которые предохраняют их от перегрузок.

Если вы не боитесь пайки, то можно приобрести две микросхемы L293 D, установить их друг на друга и спаять ножки, а к средним ножкам припаять дополнительный радиатор — например, кусок толстой медной проволоки. Теперь это изделие можно использовать в качестве драйвера для нашей модели (рис. 5.11).

Однако с целью сохранения простоты сборки в проектах будет использована схемная реализация на основе микросхемы L298N (рис. 5.12). Она довольно мощная, имеет хороший запас по максимальному току (3 А на канал), на плате уже установлены ограничительные диоды и имеется дополнительный стабилизатор напряжения на 5 В.

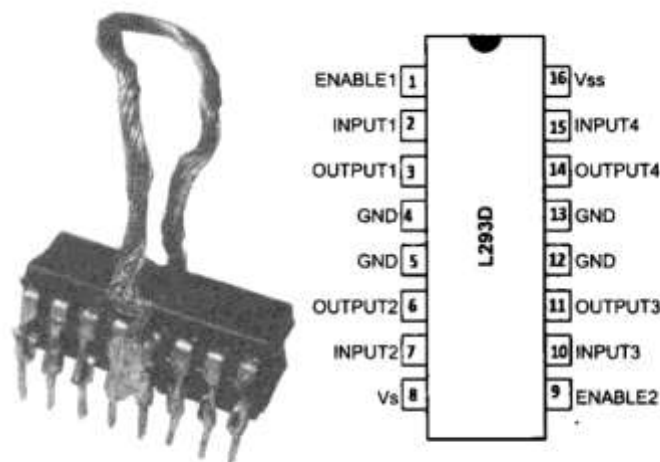


Рис. 5.11. Спаренная микросхема L293D с радиатором из проволоки (слева); назначение контактов микросхемы (справа)

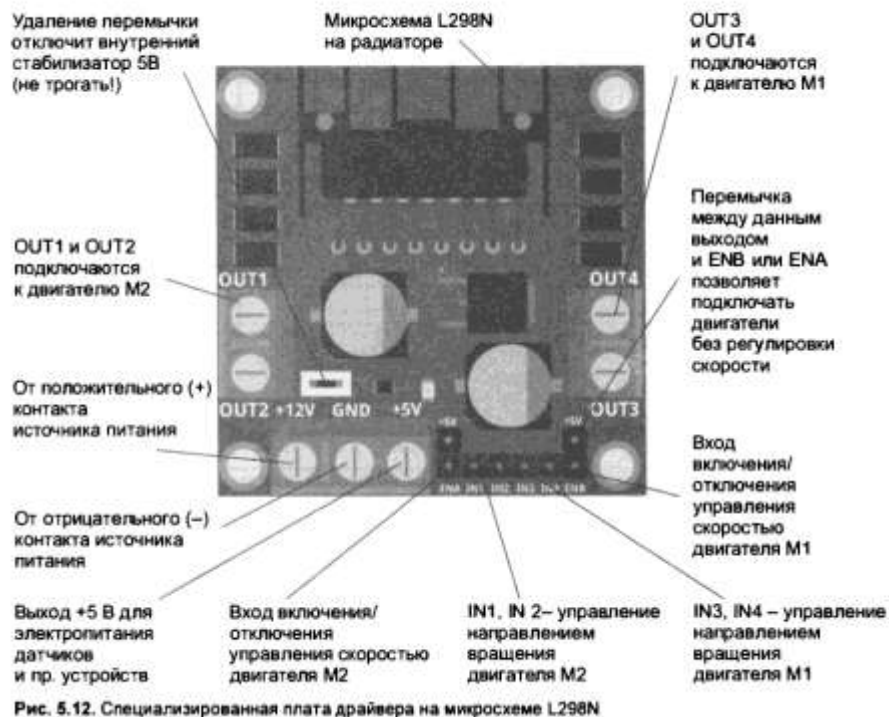


Рис. 5.12. Специализированная плата драйвера на микросхеме L298N

Порядок подключения микросхем, показанных на рис. 5.11 и 5.12, одинаков. Если не требуется обеспечивать двустороннее вращение двигателя, то можно использовать схему, приведенную на рис. 5.13. В этом случае к каждому контакту Out (1, 2, 3, 4) можно подключить по двигателю. Высокий сигнал на контакте In 4 включит мотор M1, а высокий сигнал на In 3 — мотор M2. Постоянным колебанием сигнала на контакте Enable 2 можно изменять скорость вращения и мощность, отдаваемую в двигатели, — фактически, Enable 2 может быстро включать и отключать электропитание двигателей M1 и M2, что приводит к указанному эффекту. Такое явление называется *широтно-импульсной модуляцией* (ШИМ) (управление ШИМ будет рассмотрено в следующих лабораторных работах), Arduino на некоторых портах поддерживает ШИМ, такие порты отмечены на плате волнистой линией (-). Для Arduino UNO порты с ШИМ имеют номера 3, 5, 6, 9, 10, 11. В эти порты при использовании их как ШИМ может быть записано число от 0 до 255, при этом 0 — соответствует полному отсутствию сигнала (низкий сигнал), 255 — генерации импульсов нет, на выходе постоянно установлен высокий сигнал, 123 — соответствует генерации импульсов, у которых полтакта сигнал высокий, а полтакта — низкий.

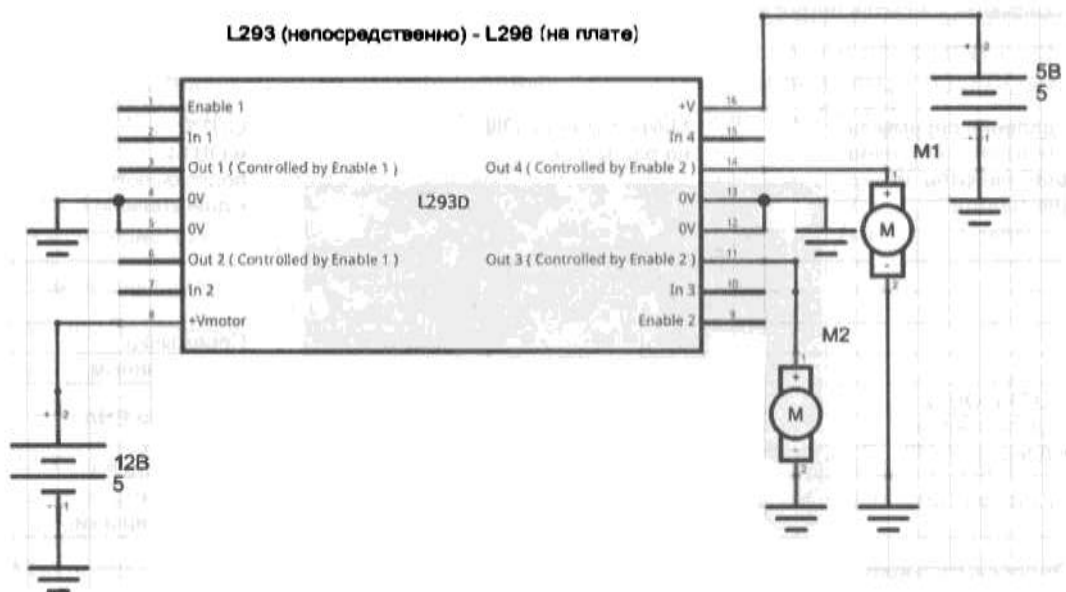


Рис. 5.13. Подключение двигателей для одностороннего вращения

2. Подключаем контроллер Arduino согласно схеме, приведенной на рис. 5.23.

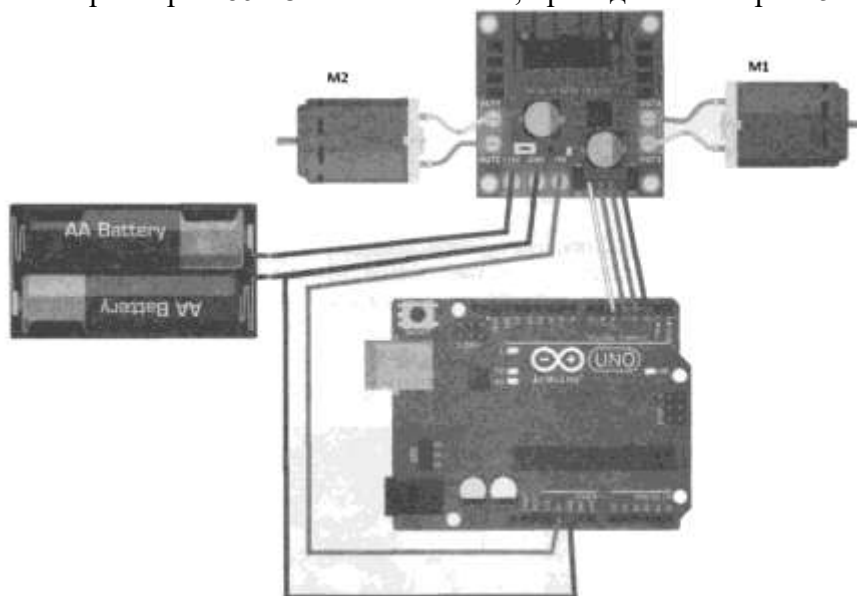


Рис. 5.23. Схема управления двигателями посредством Arduino (без регуляции ШИМ)

3. Можно использовать дополнительную плату Arduino Sensor shield V5.0 (схема на рис. 5.24). Для этого потребуются два гибких провода под винтовой зажим и четыре типа «мама-мама» для объединения информационных контактов драйвера и Arduino Uno.

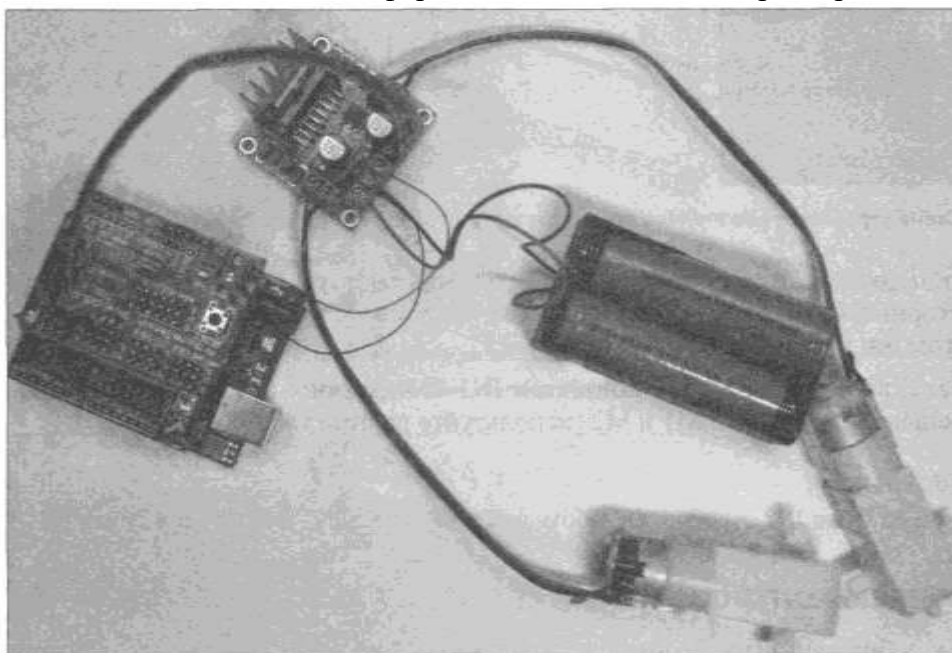


Рис. 5.24. Схема в сборе: Arduino UNO с установленным на нем Arduino Sensor shield V5.0, драйвер двигателей L298N, литиевые аккумуляторы в боксе, двигатели постоянного тока с редукторами

4. Создайте скетч тестовой программы, загрузите скетч в МК и проверьте работу **двигателей**. Логика работы тестовой программы (листинг 5.1) следующая:

В бесконечном цикле:

1. включаем оба двигателя.

2. Вращаем двигатель M2 1 сек в одну сторону:

```
digitalWrite(in1, LOW),  
digitalWrite (In2, HIGH)
```

и 1 сек в другую:

```
digitalWrite (In1, HIGH),  
digitalWrite(In2, LOW).
```

3. включаем двигатель M2.

Самостоятельно измените эту программу для управления двигателем M 1.

Листинг 5.1. Тестовая программа управления двигателями

//Создадим переменные для хранения номеров используемых пинов/портов Arduino.

```
int In1, In2, In3, In4;
```

```
//Настройка void setup() I
```

```
// Присвоим переменным номера пинов Arduino.
```

```
In1 = 5;
```

```
In2 = 4;
```

```
In3 = 3;
```

```
In4 = 2;
```

```
//Переведем данные пины/порты в режим вывода.
```

```
pinMode (In1, OUTPUT);
```

```
pinMode(In2, OUTPUT);
```

```
pinMode(In3, OUTPUT);
```

```
pinMode(In4, OUTPUT);
```

```
}
```

```
//Тело программы
```

```
void loop()
```

```
{ //Отключим оба двигателя.
```

```
digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
```

```
digitalWrite(In2, LOW);
```

```
digitalWrite(In3, LOW); //двигатель M1.
```

```
digitalWrite(In4, LOW);
```

```
delay(1000); // Ждем 1 сек.
```

```
//Выключим двигатель M2.
```

```
digitalWrite(In1, HIGH); //двигатель M2.
```

```
digitalWrite(In2, HIGH);
```

```
delay(1000); // Ждем 1 сек.
```

```
// Вращаем двигатель M2 в другую сторону.
```

```
digitalWrite(In1, HIGH);
```

```
digitalWrite(In2, LOW);
```

```
delay(1000); // Ждем 1 сек.
```

```
}
```

Проделайте те же операции для двигателя M1 самостоятельно.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №36.

Тестирование двигателей с ШИМ-регуляцией и без неё

Цель работы: научиться подключать двигатели постоянного тока, а также управлять ими с помощью МК с ШИМ – регуляцией и без нее.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;

- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №37.

Сборка робота базовой модели

Цель работы: научиться выполнять сборку робота базовой модели, а также разрабатывать простейшую программу управления роботом.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Широтно-импульсная модуляция

Рассмотрим подробнее, как работает широтно-импульсная модуляция. В режиме ШИМ в соответствующий порт командой **analogWrite (Порт, значение)** записывается определенное число. В зависимости от этого числа на выходе порта с частотой около 490 Гц генерируется последовательность импульсов, вид которой зависит от записанного числа. Эта зависимость показана на рис. 5.14. На время положительного фронта включается двигатель — соответственно, чем шире положительный фронт, тем дольше подключен двигатель, тем больше его мощность и скорость вращения.

Вращение в обе стороны

Если вал двигателя должен вращаться в обоих направлениях, нужно использовать схему, приведенную на рис. 5.15. Она позволяет подключать только два независимых двигателя, но параллельное подключение двигателей является допустимым.

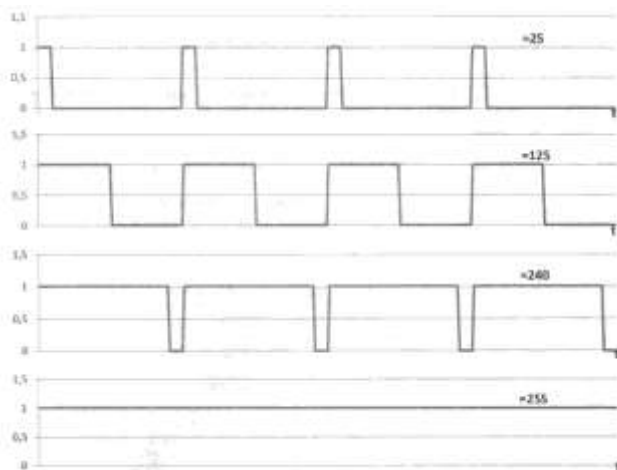


Рис. 5.14. Принцип работы ШИМ

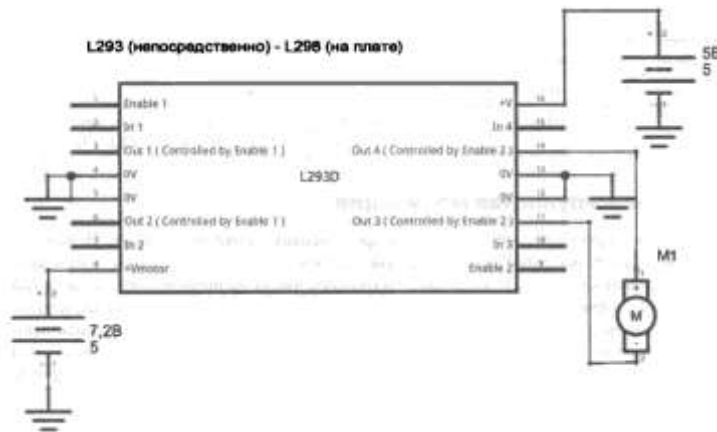


Рис. 5.15. Подключение двигателя для обеспечения двустороннего вращения

Задание.

1. Добавьте к схеме управления двигателями (рис. 5.23) возможность управления мощностью двигателей с помощью ШИМ (рис. 5.25), что позволит аппаратно управлять скоростью вращения вала двигателя и, соответственно, скоростью движения робота. Для этого потребуются два порта с аппаратным ШИМ, на плате они обозначены символом волнистой линии (~) — пусть это будут порты 6 и 9. Уберите перемычки с контактов ENA и ENB драйвера и подсоедините эти контакты к портам 6 и 9 платы Arduino.

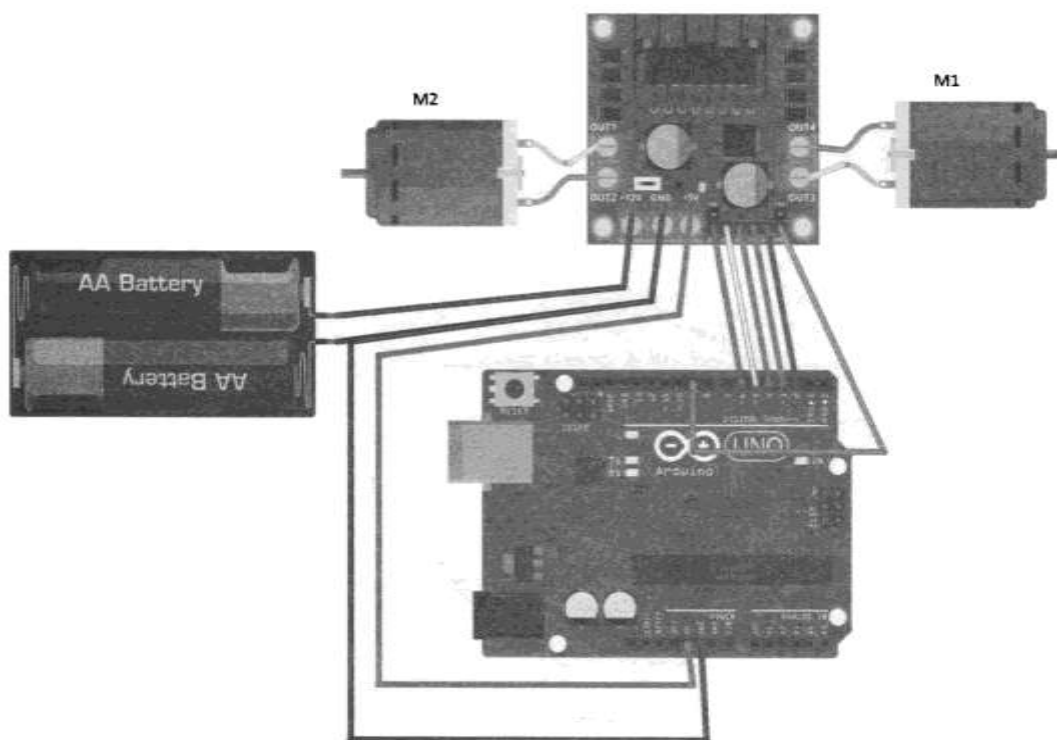


Рис. 5.25. Схема управления двигателями с регуляцией на основе ШИМ

Напомним, что значения ШИМ в Arduino могут изменяться от 0 до 255. На практике вал двигателя не сразу начнет вращаться — сначала двигатель станет гудеть и лишь по достижении определенного значения ШИМ начнет медленно увеличивать обороты, что связано с недостатком мощности для компенсации сил трения.

2. Создайте скетч с тестовой программой и загрузите ее в МК.

Логика работы тестовой программы **управления двигателями с регуляцией на основе ШИМ** (листинг 5.2) следующая:

В бесконечном цикле:

- Отключаем оба двигателя подачей на оба управляющих контакта низкого сигнала.

- Отключаем ШИМ (для чего присваиваем ШИМ значение 0).
- После секундной паузы даем команду вращения двигателю M2 путем подачи положительного сигнала на контакт IN2.
- Далее в цикле через 300 миллисекунд увеличиваем ширину положительного фронта ШИМ на контакте ENA от 0 до 255.
- Затем полностью отключаем ШИМ на ENA записью 0: analogWrite (ENA, 0).
- Переключаем полярность питания на двигателе M2 и аналогично начинаем в цикле увеличивать ширину ШИМ.

Итогом работы программы будет поочередное ускоряющееся вращение двигателя M2 то в одну, то в другую сторону. Самостоятельно измените программу для управления вторым двигателем M1.

Листинг 5.2. Тестовая программа управления двигателями с регуляцией на основе ШИМ

//Создадим переменные для хранения номеров используемых пинов/портов Arduino.

```
int In1, In2, In3, In4, ENA, ENB;
```

```
//Настройка void setup() {
```

```
// Присвоим переменным номера пинов Arduino.
```

```
In1 = 5; //Двигатель M2
```

```
In2 = 4; //Двигатель M2
```

```
In3 = 3; //Двигатель M1
```

```
In4 = 2; //Двигатель M1
```

```
ENA=6; //Двигатель M2
```

```
ENB=9; //Двигатель M1
```

```
//Переведем данные пины/порты в режим вывода.
```

```
pinMode(In1, OUTPUT);
```

```
pinMode(In2, OUTPUT);
```

```
pinMode(In3, OUTPUT);
```

```
pinMode(In4, OUTPUT);
```

```
pinMode(ENA, OUTPUT);
```

```
pinMode(ENB, OUTPUT);
```

```
}
```

```
//Тело программы
```

```
void loop() {
```

```
//Отключим оба двигателя.
```

```
digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
```

```
digitalWrite(In2, LOW);
```

```
digitalWrite(In3, LOW); //двигатель M1.
```

```
digitalWrite(In4, LOW);
```

```
analogWrite(ENA, 0); //ШИМ двигателя M2 полностью выключен.
```

```
analogWrite(ENB, 0); //ШИМ двигателя M1 полностью выключен.
```

```
delay(1000); // Ждем 1 сек.
```

```
//Выключим двигатель M2.
```

```
digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
```

```
digitalWrite(In2, HIGH);
```

```
for(int i=0; i<255; i++)
```

```
{
```

```
analogWrite(ENA, 1); delay(300); // Ждем 0.3 сек.
```

```
}
```

```
analogWrite (ENA, 0); // ШИМ двигателя M2 полностью выключен.
```

```
// Вращаем двигатель M2 в другую сторону.
```

```
digitalWrite(In1, HIGH);
```

```
digitalWrite(In2, LOW);
```

```
for(int i=0; i<255; i++)
```

```
{
```

```

analogWrite(ENA,i); delay(300); // Ждем 0.3 сек.
}
analogWrite(ENA,0); // ШИМ двигателя M2 полностью выключен.
delay(1000); // Ждем 1 сек.
Прделайте те же операции для двигателя M1 самостоятельно.
}

```

3. Регулирование скорости вращения без использования аппаратного ШИМ

Регулировать скорость вращения колес можно и без использования аппаратного ШИМ. Для этого вернем схему в состояние, показанное на рис. 5.23-5.24 (не забудьте установить переключки на контакты ENA и ENB драйвера), и загрузим программу, приведенную в листинге 5.3.

Отличие этой программы от предыдущей в том, что значение ШИМ на контактах ENA и ENB всегда максимально (на них постоянное напряжение 5 вольт), а скорость вращения двигателей регулируется программно, путем краткосрочного включения или отключения вращения двигателей в заданном направлении.

В бесконечном цикле для левого двигателя это выглядит так:

- включаем двигатель M2 подачей низкого сигнала на контакты IN 1 и IN2, ждем 1 секунду.
- В цикле for по переменной i от 0 до long_c (в программе это 100) начинаем отключать и включать вращение двигателя в одном направлении, при этом время, когда двигатель выключен, задается командой delay (long_c - i), а когда включен— delay (i). Так как значение переменной i в цикле каждый повтор увеличивается, то время, в течение которого двигатель выключен, постепенно уменьшается, а время работы двигателя увеличивается. Это приводит к плавному увеличению скорости вращения вала.
- Затем та же процедура повторяется для вращения в обратную сторону.
- Теперь измените программу для управления двигателем M1 самостоятельно.

Листинг 5.3. Тестовая программа управления скоростью вращения двигателей без использования регулирования на основе аппаратного ШИМ

```

//Создадим переменные для хранения номеров используемых пинов/портов Arduino.
int In1, In2, In3, In4;
//Настройка void setup()
{
  // Присвоим переменным номера пинов Arduino.
  In1 = 5; //Двигатель M2
  In2 = 4; //Двигатель M2
  In3 = 3; //Двигатель M1
  In4 = 2; //Двигатель M1
  //Переведем эти пины/порты в режим вывода.
  pinMode(In1, OUTPUT);
  pinMode (In2, OUTPUT);
  pinMode (In3, OUTPUT);
  pinMode(In4, OUTPUT);
}
//Тело программы
void loop()
{
  int i;
  int long_c;
  //Остановить оба двигателя.
  digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
  digitalWrite(In2, LOW);
  digitalWrite(In3, LOW); //двигатель M1.

```

```

digitalWrite(In4, LOW);
delay(1000) ; // Ждем 1 сек.
long_c = 100;
for (i = 0; i <= long_c; i++)
{
//Остановить двигатель M2.
digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
digitalWrite(In2, LOW);
delay(long_c - i) ; // Ждем (long_c-i)*0.001 сек.
//Вращаем двигатель M2.
digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
digitalWrite(In2, HIGH); delay(i); // Ждем (i*0.001) сек.
}
delay(3000) ;
// Вращаем двигатель M2 в другую сторону.
for (i = 0; i <= long_c; i++)
{
//Остановить двигатель M2 .
digitalWrite(In1, LOW); //двигатель M2.
digitalWrite(In2, LOW);
delay(long_c - i); // Ждем (long_c-i)*0.001 сек.
//Вращаем двигатель M2.
digitalWrite(In1, HIGH); //двигатель M2.
digitalWrite(In2, LOW);
delay(i); // Ждем (i*0.001) сек.//
}
delay(3000);
// Прodelайте те же операции для второго двигателя M1 самостоятельно.
}

```

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №38.

Подключение моторов и драйверов

Цель работы: научиться монтировать моторы и элементы управления на базовую основу робота.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Сборка робота — процесс не сложный, но требует внимания, так как неправильное подсоединение проводов может привести к порче электронных компонентов. А неправильное крепление двигателей — например, сильная затяжка винтов, может привести к их заклиниванию.

Базовая конструкция робота содержит 4 мотора постоянного тока с редукторами и колесами под эти редукторы, корпусом из пластика, необходимыми крепежными элементами и соответствующей управляющей логикой (рис. 6.1-6.4).

Робот состоит из двух уровней:

- нижний: двигатели, колеса, драйвер двигателей;
- верхний: источники электропитания, выключатель, плата Arduino, голова с датчиком на сервомоторе.

Задание. Выполните сборку и подключение устройств нижнего уровня базовой конструкции

Если корпус изготовлен методом резки лазером из листов акрилового стекла, покрытого специальной защитной пленкой, то на пленке, как правило, остаются черные разводы от продуктов горения. Пленка также может мешать соединению деталей, поэтому перед сборкой остатки пленки следует удалить, поддев острым лезвием (рис. 6. 1).

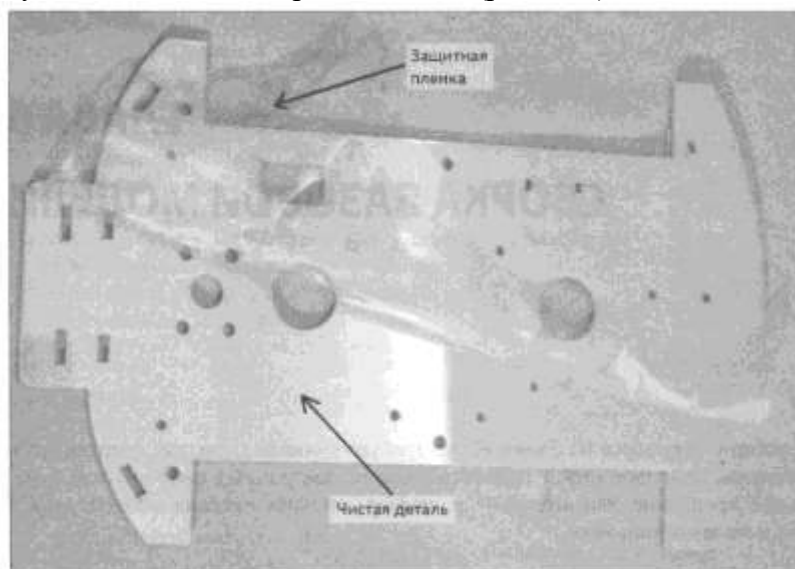


Рис. 6.1. Деталь робота из акрилового стекла с отделяемой пленкой

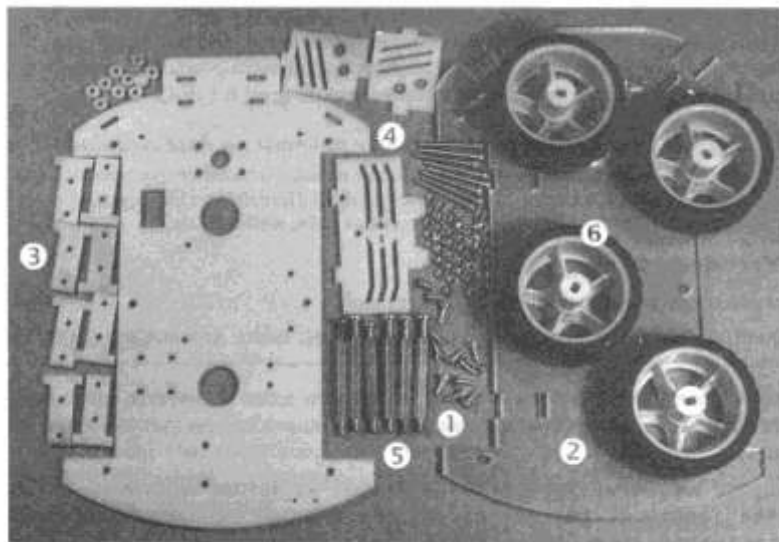


Рис. 6.2. Набор конструктивных деталей: винты и гайки (1); верх корпуса и низ (2); Т-образные элементы для установки двигателей в корпус (3); элементы для установки вращающейся «головы» с датчиком расстояния (4); стойки (5); колеса (6)

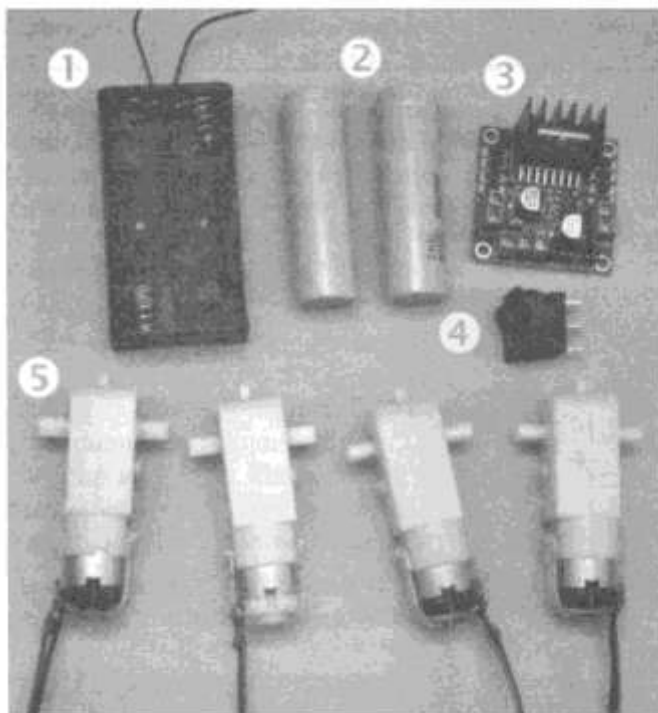


Рис. 6.3. Питание и двигатели:
 бокс для аккумуляторов формата 18650 (1); литиевые аккумуляторы формата 18650 (2); драйвер двигателей (3); выключатель подачи электропитания (4); моторы с редукторами (5)

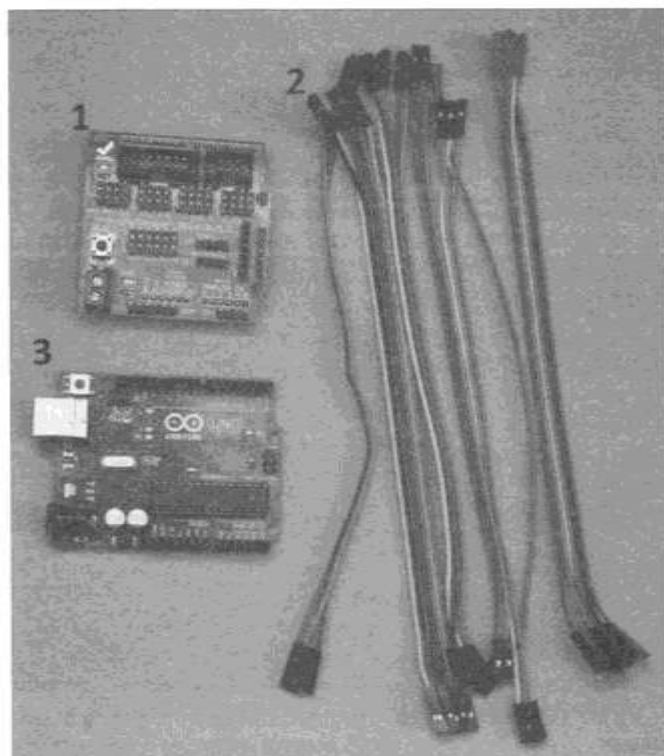


Рис. 6.4. Управляющая логика и провода:
 плата Arduino Sensor Shield v5.0 (1); провода с клеммами dupont (2); плата Arduino Uno (3)

Элементы питания

В качестве элементов питания в проекте используются два литиевых аккумулятора формата 18650 (см. рис. 6.3). Они подключаются последовательно и дают напряжение питания 7,2-8,4 вольта в зависимости от степени заряда. Но можно использовать и шесть батареек или аккумуляторов формата AA (рис. 6.5), при этом будет получено напряжение 7,2-9 вольт.

Двигатели

Перед установкой двигателей на ходовую часть следует припаять к контактным площадкам двигателей провода (рис. 6.6). Лучше использовать для этого гибкие многожильные провода разного цвета. Провода должны быть достаточной длины, чтобы не только достать до платы драйвера двигателей, но и быть аккуратно уложенными. Оставьте для них длину 12-15 см, при монтаже к плате драйвера лишнее можно будет отрезать.

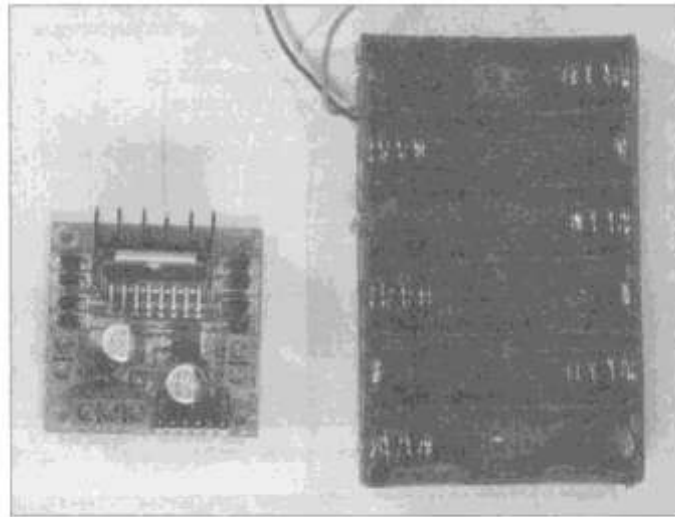


Рис. 6.5. Плата драйвера двигателей (слева) и бокс для шести батарей/аккумуляторов формата АА (справа)

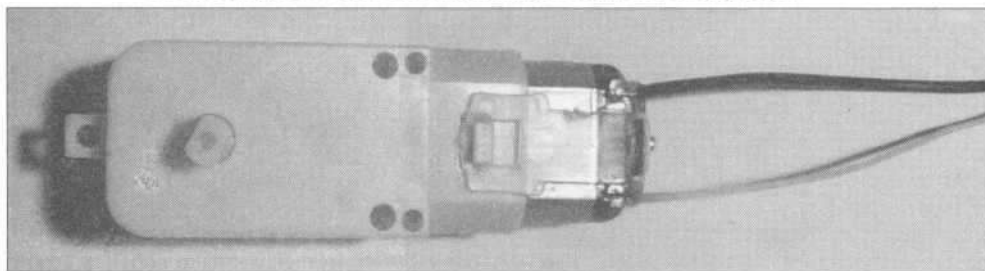


Рис. 6.6. Двигатель с припаянными проводами

При пайке, если контакты двигателя сильно окислились и не поддаются лужению, их следует немного почистить острым ножом — это ускорит процесс лайки. Но не перестарайтесь, контакты можно сломать!

При сборке рекомендуется при креплении проводов к двигателю использовать именно пайку, но если она недоступна, можно снять изоляцию с конца провода, конец без изоляции тщательно скрутить и продеть в ушко контакта двигателя, после чего продетый конец обмотать вдоль той неизолированной части провода, которая осталась до ушка контакта.

Для исключения электромагнитных наводок, которые возникают при работе двигателей и могут стать причиной сбоев в работе электроники робота, следует между контактами каждого электрического двигателя впаять керамический конденсатор (рис. 6.7). Электромагнитные наводки могут влиять на радиоприем — например, если поднести радиоприемник к работающему двигателю, то ничего, кроме помех, слышно не будет. Конденсатор же, благодаря своим свойствам, поглощает подобные высокочастотные скачки электрического напряжения. Для напряжения 5-12 В и используемых маломощных моторов достаточно конденсатора емкостью 100 нФ.

Для установки двигателей в корпус робота применяются Т-образные элементы (рис. 6.8), которые устанавливаются снизу корпуса в пазы (рис. 6.9). Каждый двигатель можно закрепить как на одном, так и на двух Т-образных элементах (предпочтительнее все же на двух). Этапы установки двигателя на двух Т-образных элементах показаны на рис. 6.8-6.11. Двигатели, как можно видеть, крепятся двумя болтами в специальные крепежные отверстия Т-образного элемента.

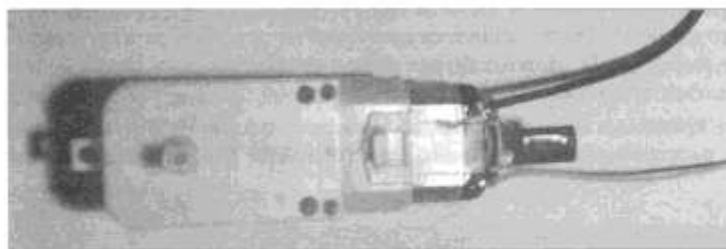


Рис. 6.7. Двигатель с припаянными проводами и конденсатором

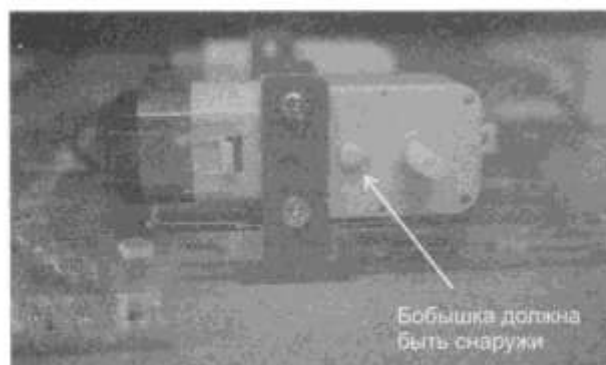


Рис. 6.8. Подготовка двигателя к монтажу: на двигатель установлен внешний T-образный элемент и вставлены 3-мм винты длиной 30 мм

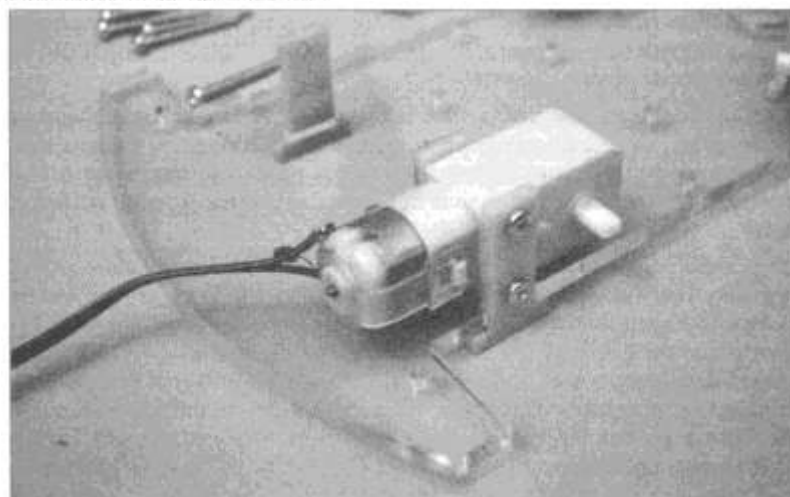


Рис. 6.9. Установка двигателя на T-образные крепления в корпус робота



Рис. 6.10. Фиксируем винты

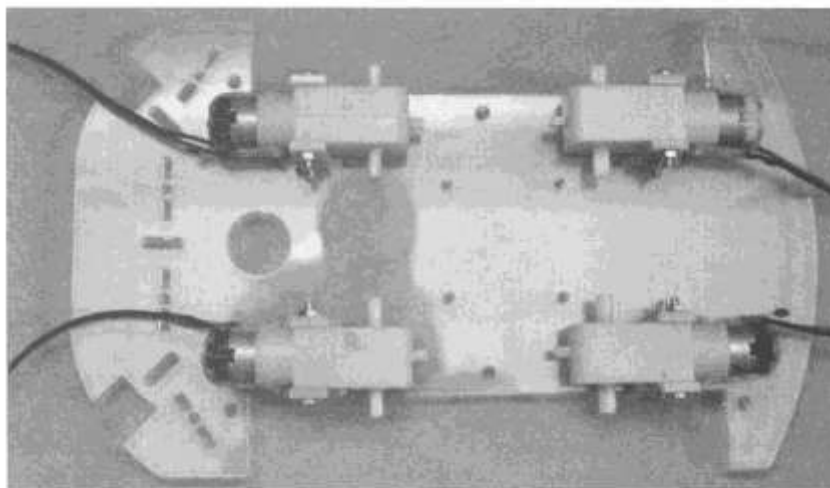


Рис. 6.11. Все двигатели смонтированы

Драйвер двигателей

После установки двигателей следует установить на плате корпуса робота плату, содержащую драйвер двигателей (типа L298N). Предварительно вставьте в отверстия платы драйвера винты и снизу наденьте на них пластиковые шайбы, иначе можно повредить плату драйвера (рис. 6.12).

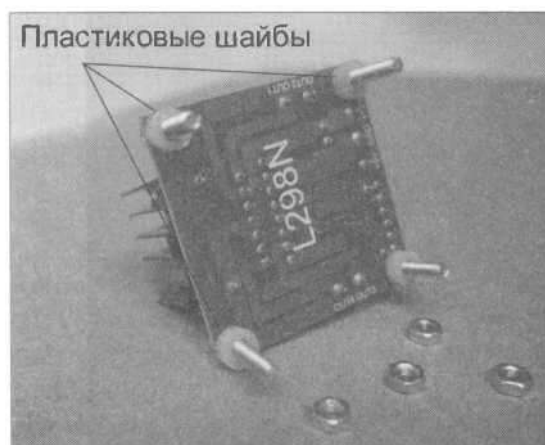


Рис. 6.12. Плата драйвера со вставленными винтами длиной 14 мм и пластиковыми шайбами

В плате корпуса робота просверлены специальные отверстия для крепления платы драйвера (рис. 6.13) — устанавливать плату драйвера следует именно на них.

Плата драйвера крепится четырьмя винтами в эти отверстия на корпусе (рис. 6.14). После установки платы переверните корпус и затяните гайки (рис. 6.15).

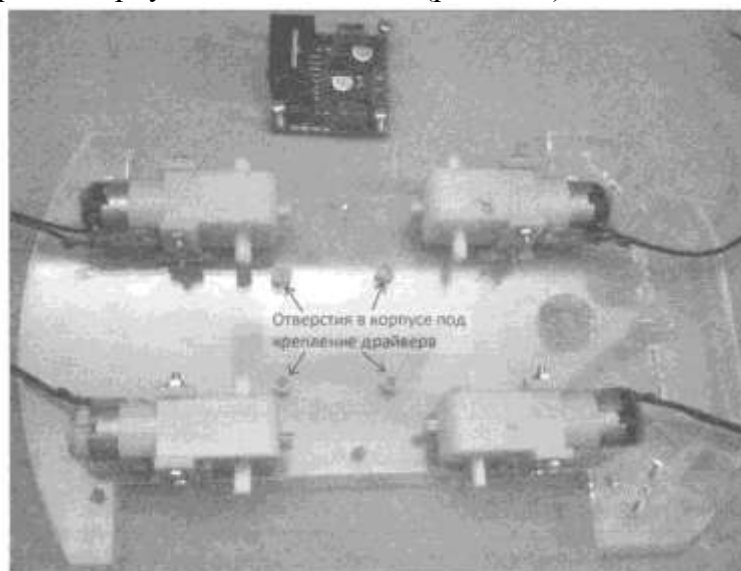


Рис. 6.13. Расположение отверстий для крепления драйвера на корпусе робота

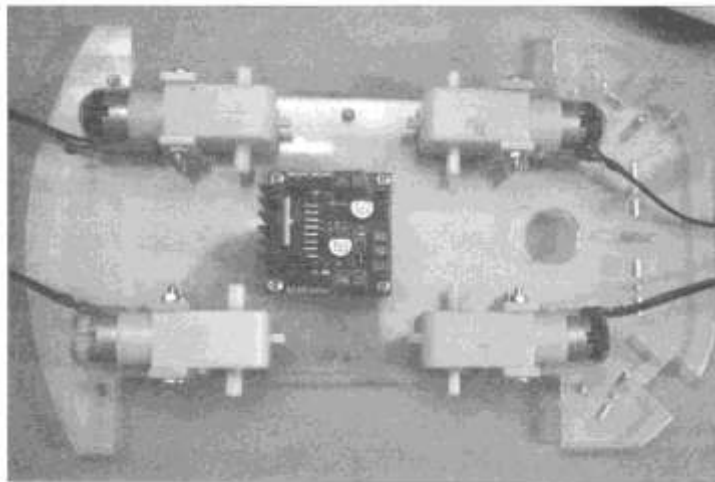


Рис. 6.14. Монтаж платы драйвера: вид сверху

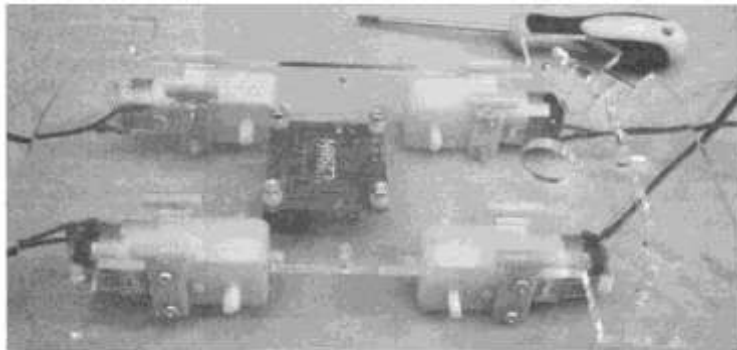


Рис. 6.15. Монтаж платы драйвера: вид снизу

Пояснения к установке и настройке платы драйвера L298N представлены на рис. 6.16.

Соблюдайте порядок подключения!

Важно соблюдать указанный на рис. 6.16 порядок подключения! При монтаже НЕЛЬЗЯ менять местами двигатели и контакты управления!

Контакты OUT1 и OUT2 подключаем к двигателям правой стороны робота, OUT3 и OUT4 — к двигателям его левой стороны. Клемма +12V подключается к основному электропитанию робота, клемма GND («земля») — к отрицательному выводу источника питания (в дальнейшем для всех используемых приборов контакты GND должны быть объединены). Клемма +5V будет использована для электропитания платы Arduino UNO, датчиков и других маломощных, но требующих стабилизированного электропитания устройств, от нее потребуется вывести провод. Перемычки ENA и ENB включают или отключают двигатели, а также при помощи широтно-импульсной модуляции через них можно управлять скоростью вращения колес, но во втором издании книги мы их использовать не будем и оставим с установленными перемычками.

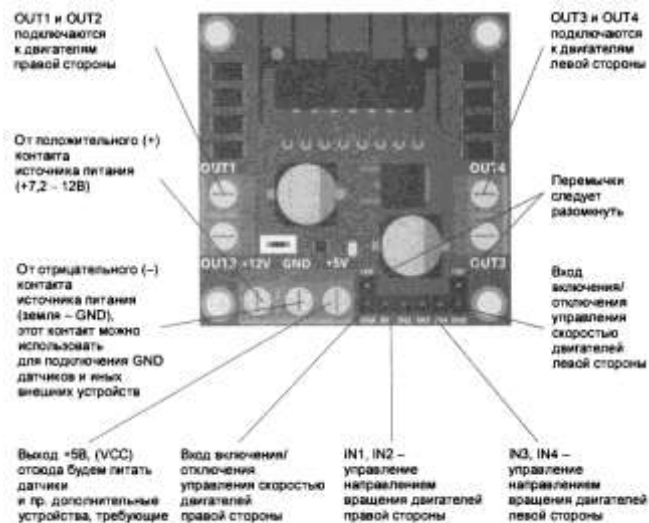


Рис. 6.16. Вид платы драйвера L298N с пояснениями

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. демонстрация собранной части робота;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №39.

Тестирование собранной колесной базы

Цель работы: научиться выполнять тестирование базовой основы робота с помощью программы, загруженной в МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

При установке двигателей, как показано на рис. 6.11, передний и задний двигатели каждой стороны перевернуты относительно друг друга. Это потребует перекрестного соединения проводов от них при подключении к драйверу: верхний провод переднего двигателя соединяется с нижним проводом от заднего и наоборот. При этом есть вероятность ошибки, и прежде чем приступить к сборке верхнего уровня робота, требуется провести тщательную проверку и исключить любые ошибки.

Такую проверку для уверенности лучше расписать по шагам:

1) Прежде всего убедитесь, что установлены перемычки ENA и ENB, разрешающие включение двигателей.

2) Соберите схему, показанную на рис. 5.22. Но подключите к каждому выходу драйвера по паре двигателей, как только что описано. При этом контакты IN1-IN4 должны быть свободны — никаких напряжений на них подавать не надо, т. к. контакты драйвера уже шунтированы через резисторы на «землю» (GND).

3) Подайте питание от блока питания на плату драйвера: «плюс» — на + 12V, «минус» — на GND. Должен загореться светодиод.

4) Отдельным проводом (удобно использовать провод от тестера) кратковременным прикосновением подайте +5V от платы драйвера на IN 1 — правые двигатели должны начать вращаться. Если что-то пошло не так, проверьте соединения и контакты. Двигатели также должны вращаться в одном направлении. Если вращение происходит в разных направлениях — проверьте правильность объединения правых двигателей в пару и объедините правильно.

5) Кроме того, обратите внимание, что при подаче «плюса» на IN 1 колеса должны вращаться назад, а при подаче «плюса» на IN2 — вперед. Если происходит обратное — поменяйте местами провода, подводимые к драйверу исследуемой пары двигателей.

6) Так же проверьте и настройте левые двигатели. При подаче «+5V» на IN4 левые колеса должны вращаться вперед, а при подаче «плюса» на IN3 — назад.

Контакты IN1, IN2, IN3, IN4 управляют подачей электропитания на соответствующие по номерам выводы OUT1, OUT2, OUT3, OUT4. Например, подача логического нуля на IN1

подключит OUT1 на «землю» (GND), а подача логической единицы на IN2 подключит OUT2 к положительному контакту электропитания (обозначен на рис. 6.16 как + 12V) — это вызовет вращение подключенного двигателя. Если же на IN1 подать логическую единицу, а на IN2 — ноль, то вал двигателя начнет вращаться в противоположную сторону.

Провода от двигателей соединяются с платой драйвера через винтовой зажим (рис. 6.17).

Учтите также, что каждый выход L298N будет управлять сразу парой двигателей, подключенных параллельно, и, перепутав полярность, можно получить колеса, вращающиеся в разные стороны! Для соблюдения полярности рекомендую к контактным площадкам, расположенным ближе к корпусу, припаять по черному проводу, а к верхним — по белому. Контактные площадки передних и задних двигателей перевернуты относительно друг друга (это видно на рис. 6.15), поэтому следует при подключении к драйверу черный и белый провода от разных двигателей одной стороны объединить (рис. 6.18).

Порядок подключения проводов от первой пары двигателей к контактам OUT1- OUT2 и OUT3-OUT4, конечно, имеет значение. В нашем случае:

1) верхний контакт переднего правого двигателя и нижний контакт заднего правого двигателя следует подключить к OUT1;

2) нижний контакт переднего правого двигателя и верхний контакт заднего правого — к OUT2;

3) верхний контакт переднего левого двигателя и нижний контакт заднего левого двигателя следует подключить к OUT4; нижний контакт переднего левого двигателя и верхний контакт заднего левого — к OUT3.

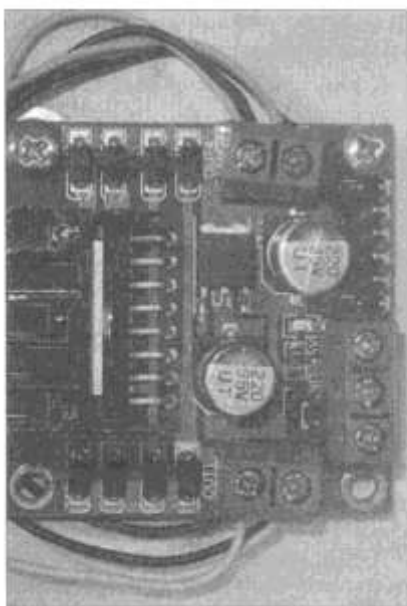


Рис. 6.17. Провода от двигателей присоединены к плате драйвера

Важно!

Обратите внимание — контактные площадки всех двигателей должны быть направлены к центру ходовой части робота, а бобышки (см. рис. 6.8) смотреть наружу.

Чтобы провода не болтались, удобно прикрепить их к корпусу клеем (клеевым пистолетом) либо стяжками.

После того, как полярность двигателей проверена, и в случае ошибки исправлена, можно приступать к сборке верхнего уровня.

Перед этим установим в контакты EN1-EN4 драйвера провода со съемными клеммами («мама-мама»), а в винтовые зажимы + 12, GND и 5V зажем провода длиной примерно 15 см (рис. 6.19).

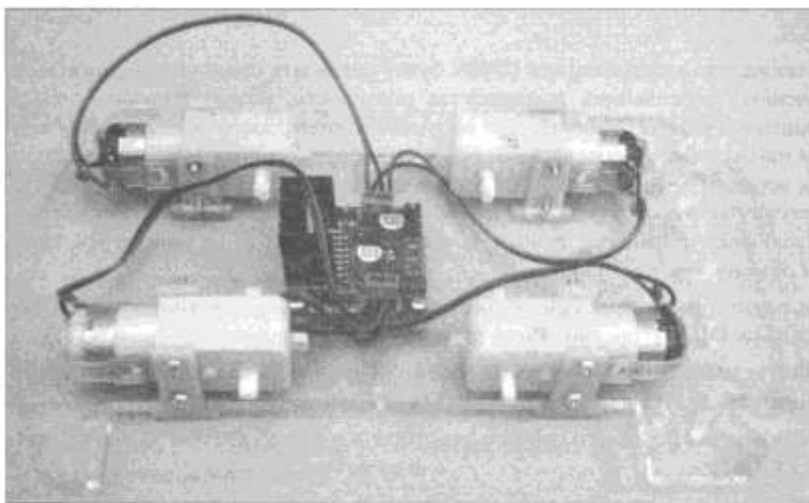


Рис. 6.18. Двигатели робота подключены к драйверу

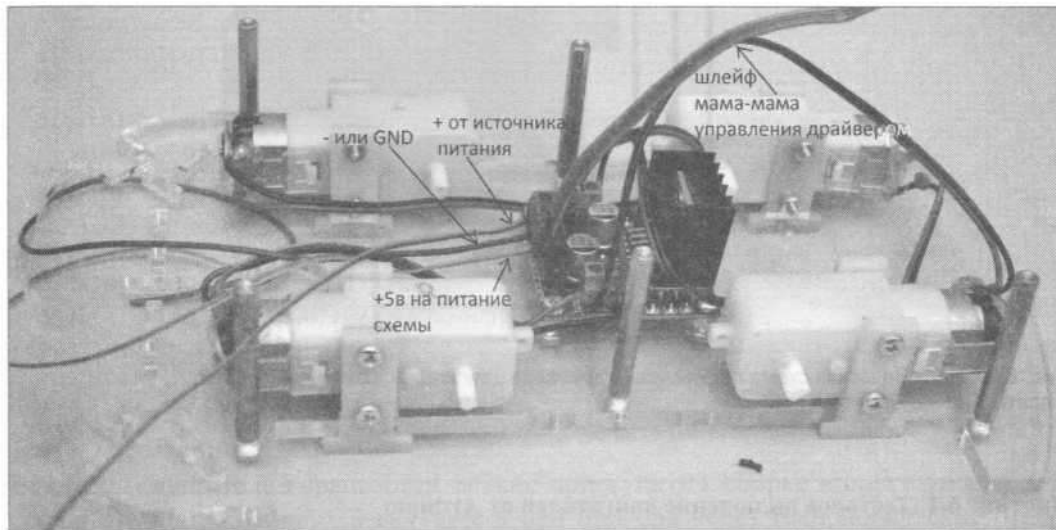


Рис. 6.19. Нижний уровень корпуса робота в сборе с установленными проводами и стойками

Задание. Протестировать работоспособность сборки, присоединив к драйверу плату Arduino по схеме, приведенной на рис. 6.20.

Для тестирования сначала присоедините провода к плате драйвера двигателей. Используйте для этого провода разного цвета. После соединения запишите для себя на бумаге, какого цвета провод к какому контакту платы драйвера подключен, — это поможет избежать путаницы. Провода можно паять или использовать клеммы. Если вы еще не очень хорошо паяете, то рекомендую использовать провода с клеммами, которые быстрее в монтаже. Присоединив провода к плате драйвера, подключите, как показано на рис. 6.20, плату Arduino и загрузите в нее программу из листинга 6.1.

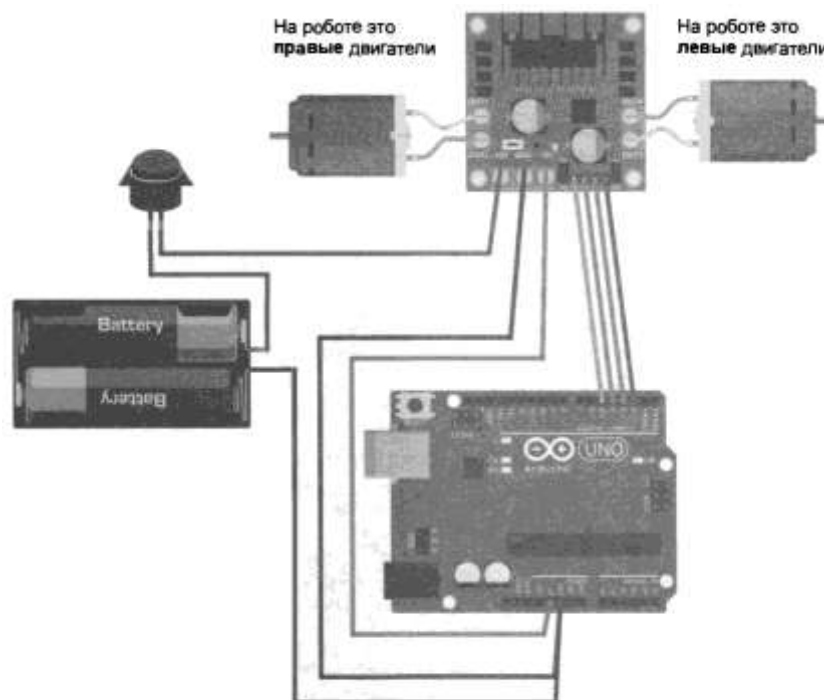


Рис. 6.20. Электрическая схема подключения драйвера двигателей, самих двигателей и платы Arduino Uno

Листинг 6.1. Тестовое включение двигателей от Arduino

//Создадим переменные для хранения номеров используемых пинов/портов Arduino.

```
int In1, In2, In3, In4;
```

```
//Настройка void setup() {
```

```
// Присвоим переменным номера пинов Arduino.
```

```
In1 = 2;
```

```
In2 = 3;
```

```
In3 = 4;
```

```

In4 = 5;
//Переведем эти пины/порты в режим вывода.
pinMode(In1, OUTPUT);
pinMode(In2, OUTPUT) ;
pinMode(In3, OUTPUT) ;
pinMode(In4, OUTPUT);
}
//Тело программы
void loop () {
//Остановить все двигатели.
digitalWrite(In1, LOW); //Правые двигатели на работе.
digitalWrite(In2, LOW);
digitalWrite(In3, LOW); //Левые двигатели на работе.
digitalWrite(In4, LOW); delay(1000); // Ждем 1 сек.
//Включить-выключить поочередно левые и правые двигатели
digitalWrite(In1, HIGH); //Выключили один правый двигатель на работе.
delay(1000); // Ждем 1 сек.
digitalWrite(In1, LOW); //Выключили
digitalWrite(In2, HIGH); //Включили другой правый двигатель на работе.
delay(1000); // Ждем 1 сек.
digitalWrite(In2, LOW); //Выключили
digitalWrite(In3, HIGH); //Включили один левый двигатель на работе.
delay(1000); // Ждем 1 сек.
digitalWrite(In3, LOW); //Выключили
digitalWrite(In4, HIGH); //Включили другой левый двигатель на работе.
delay(1000); // Ждем 1 сек.
digitalWrite(In4, LOW); //Выключили
}
}

```

Если валы двигателей вращаются, можно приступать к сборке второго уровня. Отсоедините плату Arduino, а ведущие к ней провода через технологические отверстия пластины корпуса выведите наверх, т. к. они должны будут позже подсоединены к плате Arduino, которая стационарно монтируется на втором уровне робота.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы (демонстрация правильной работы собранной части робота);
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №40.

Сборка верхней части робота

Цель работы: научиться выполнять сборку верхней части робота по алгоритму.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях.

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.

3. Робототехнический набор

Задание. Выполните сборку верхней части робота по инструкции.

Крепление верхней части корпуса осуществляется с помощью бронзовых стоек, закрепляемых на винты (см. рис. 6.19). Установим стойки, временно отложим собранную нижнюю часть робота в сторону и подготовим необходимые элементы сборки верхнего уровня (рис. 6.21).

Прикрепим плату Arduino винтами к корпусу, как показано на рис. 6.22, не забыв проложить под плату изолирующие шайбы. Закрепим бокс для аккумуляторов, воспользовавшись для этого винтами с потайной головкой (иначе потом возникнут трудности с установкой в него аккумуляторов). Вместо винтов для крепления бокса можно использовать двусторонний скотч.

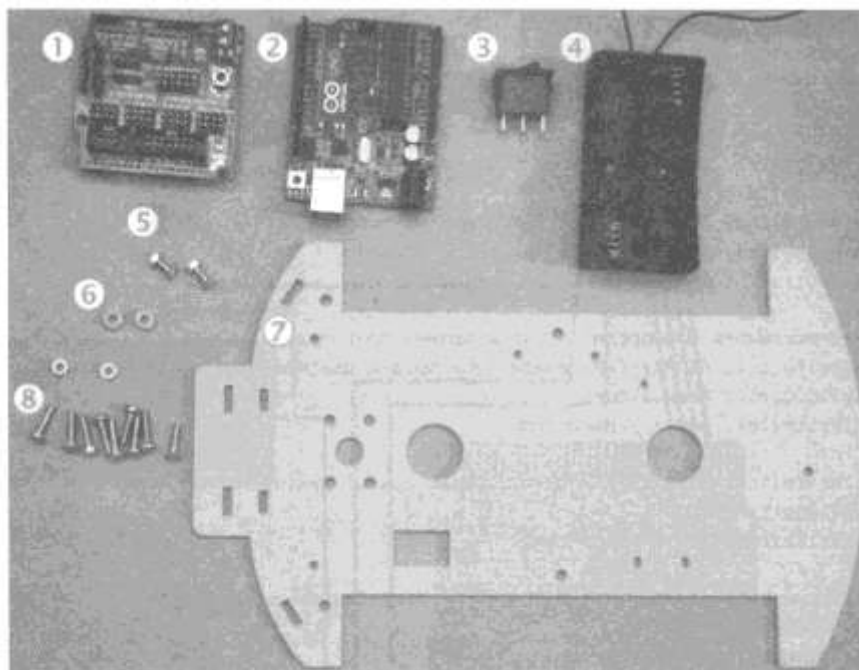


Рис. 6.21. Минимальный набор для верхнего уровня робота: плата Arduino Sensor Shield v5.0 (1); плата Arduino Uno (2); выключатель (3); бокс для аккумуляторов (4); 3-мм винты с потайными головками (5); изолирующие шайбы (6); верх корпуса (7); 3-мм винты и гайки для крепления платы Arduino и корпуса к стойкам (8)

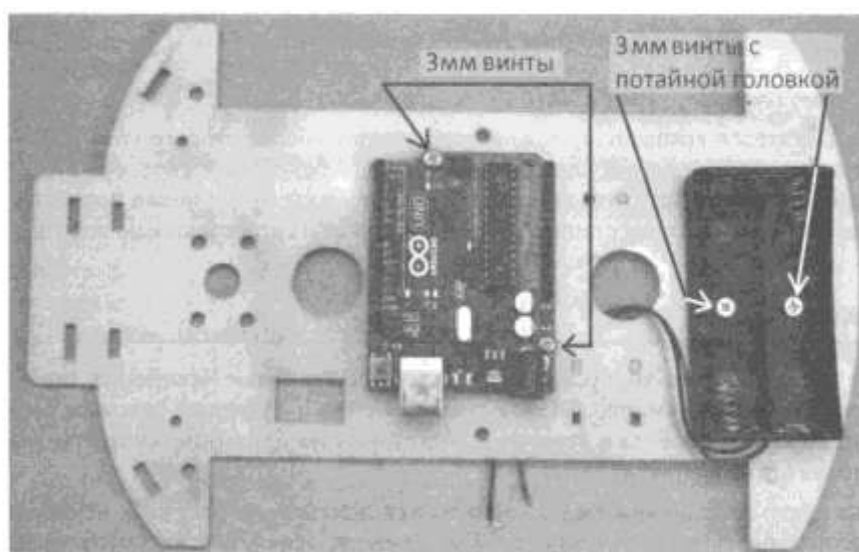


Рис. 6.22. Этап установки платы Arduino и бокса для аккумуляторов

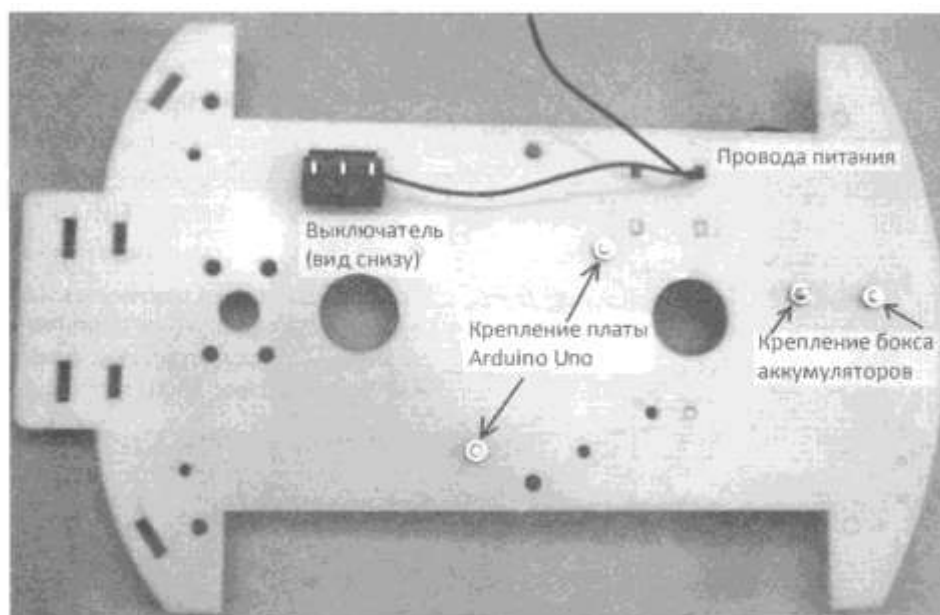


Рис. 6.23. Верх корпуса с установленным выключателем, боксом и Arduino Uno (вид снизу)

На следующем этапе нужно установить выключатель в прямоугольный паз (рис. 6.23). Выключатель имеет подпружиненный механизм-защелку и не будет выпадать. Если ваш выключатель трехконтактный, то средний контакт— общий, он замыкается с левым или правым контактом в зависимости от положения выключателя. Для включения/выключения робота потребуются два контакта: средний и один из крайних. Настоятельно рекомендую припаять провода питания к выключателю и только при невозможности пайки использовать скрутку. На рис. 6.24 правый контакт присоединен к красному проводу (+) от бокса аккумуляторов, а средний — к проводу, который мы ранее присоединили к клемме 12V драйвера. Шлейф от контактов EN1-EN4 драйвера и провода, присоединенные к GND и 5V, следует продеть в технологические отверстия верха корпуса для использования на втором уровне.

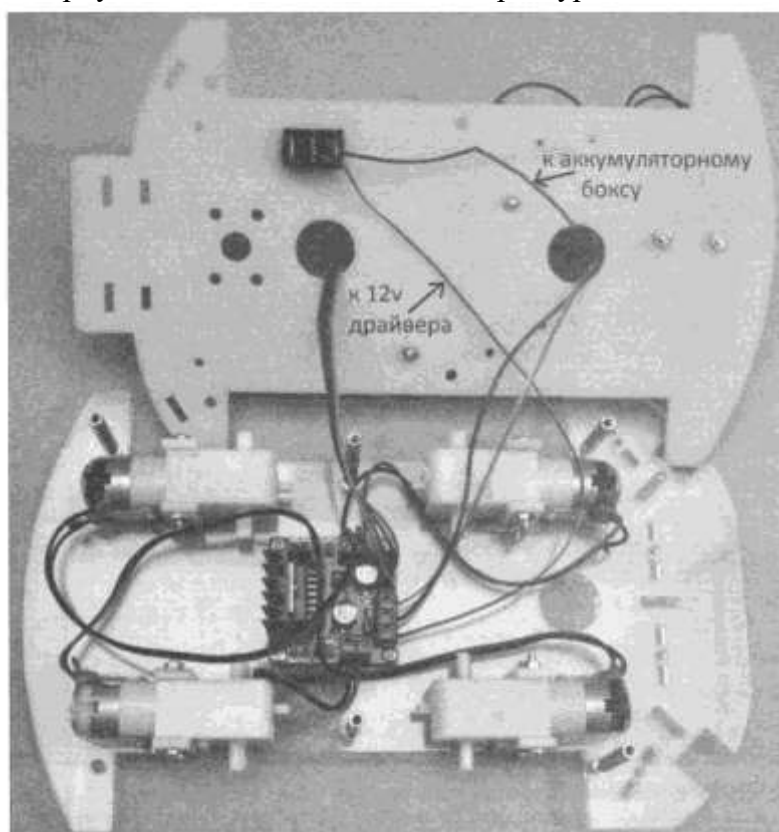


Рис. 6.24. Подготовка верхней части корпуса робота к установке (прикреплены и выведены провода)

Установим верхнюю часть корпуса на стойки нижней части и закрепим их винтами (рис. 6.25). Далее осторожно, чтобы не повредить ножки, установим плату Arduino Sensor Shield v5.0 на Arduino Uno. Подсоединим выведенные наверх провода к Sensor Shield.

Стабилизатор +5 В на плате Arduino Uno недостаточно мощный, чтобы питать от него все датчики и серводвигатель «головы» робота. Поэтому поступим следующим образом. Нестабилизированное напряжение 7-12 В от аккумуляторов подадим через выключатель на вход драйвера двигателей (см. рис. 6.20). В драйвере двигателей есть существенно более мощный стабилизатор на +5 В. От него и будем запитывать плату Arduino Uno, плату Sensor Shield, а через нее сервомотор «головы» и все внешние датчики робота.

На плате Sensor Shield (рис. 6.25):

- + джампер SEL платы оставляем замкнутым;
- + под винтовой разъем GND зажимаем отрицательный провод от аккумуляторов и GND от драйвера двигателей (средний провод);
- + под винтовой разъем VCC зажимаем провод от 5V драйвера двигателей.

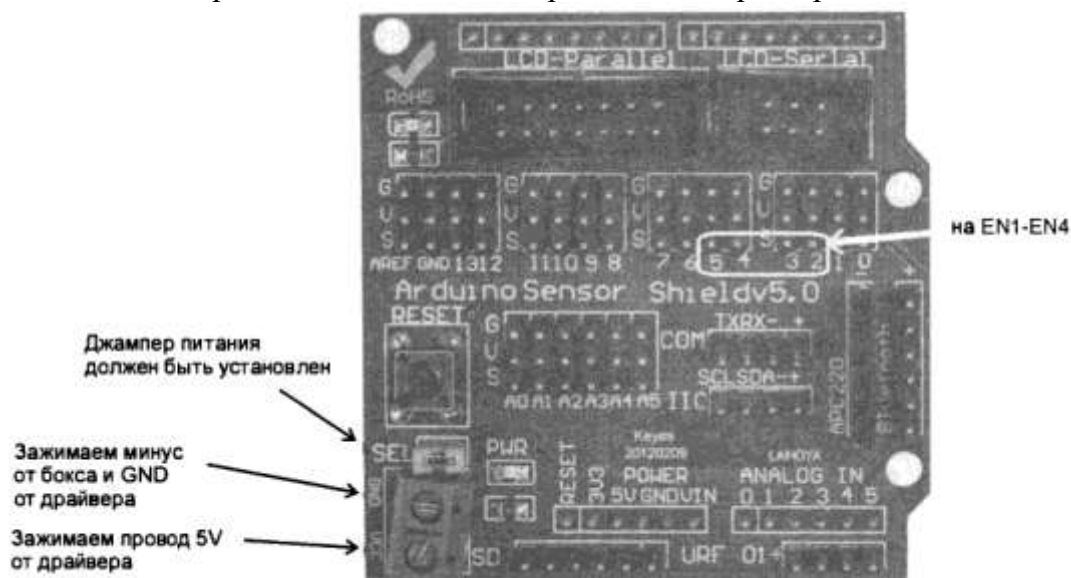


Рис. 6.25. Плата Arduino Sensor Shield v5.0 с пояснениями по закреплению проводов

Электрическая схема подключения драйвера двигателей, самих двигателей и платы Arduino Uno была приведена на рис. 6.20. Общий вид всех соединений приведен на рис. 6.24. Плата Sensor Shield не показана, чтобы не усложнять схему. Корпус робота в сборе (пока еще без колес) показан на рис. 6.26.

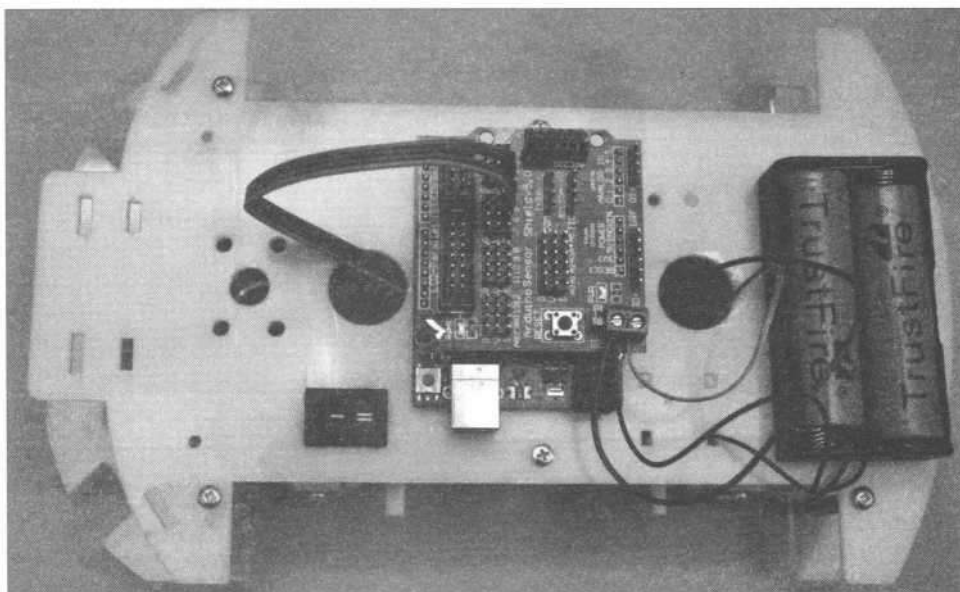


Рис. 6.26. Корпус робота в сборе (осталось установить колеса)

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы (демонстрация собранной части робота);
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №41.

Подключение устройств обратной связи

Цель работы: научиться подключать устройства обратной связи, а также управлять ими с помощью МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях.

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Рассмотрим, как можно дать роботу возможность подавать сигналы в ответ на определенные события — например, начало поворота, остановку и т. д. Для этого можно применить светодиод или зуммер, присоединенные к контактам (D2-D 13 или A0-A3) платы Arduino робота.

Таким образом можно оснастить робот простейшими устройствами, которые помогут сигнализировать о его состоянии. Такими устройствами могут быть светодиод и пьезозуммер — световая и звуковая индикация.

Светодиод (рис. 6.27) светится, если через него протекает ток от анода к катоду. Значит, для его использования на анод светодиода следует подать положительное напряжение, а катод заземлить (на минус). При этом светодиод будет нормально светиться лишь тогда, когда к нему приложено напряжение, соответствующее номинальному (от 1,4 до 3 вольт — зависит от типа), если же напряжение будет больше, он очень быстро выйдет из строя. Для того чтобы светодиод светил долго, применяется токоограничивающий резистор.

Простейшая схема соединения светодиода показана на рис. 6.28. Длинная ножка светодиода — анод, короткая — катод. Длинная ножка через резистор сопротивлением 200 Ом будет подключена к контакту D6 платы Arduino, а короткая ножка посажена на «землю» (GND). Обратите внимание, что если поменять ножки светодиода местами, он не будет излучать свет.

Схема подключения зуммера представлена на (рис. 6.31).

Укладка проводов

Когда к роботу полностью подведено питание и управление, он скрывается под ворохом незакрепленных проводов. Болтающиеся провода, как правило, за что-нибудь цепляются, что приводит к их отсоединению или обрыву. Во избежание таких проблем провода нужно объединять и укладывать. Это удобно делать при помощи маленьких стяжек или изоленты. Можно также использовать термоклей — для этого на корпус переносится капля термоклей, а затем в нее утапливаются провода. Если потом провода потребуется освободить, то термоклей нужно нагреть до 200 градусов, например, феном.

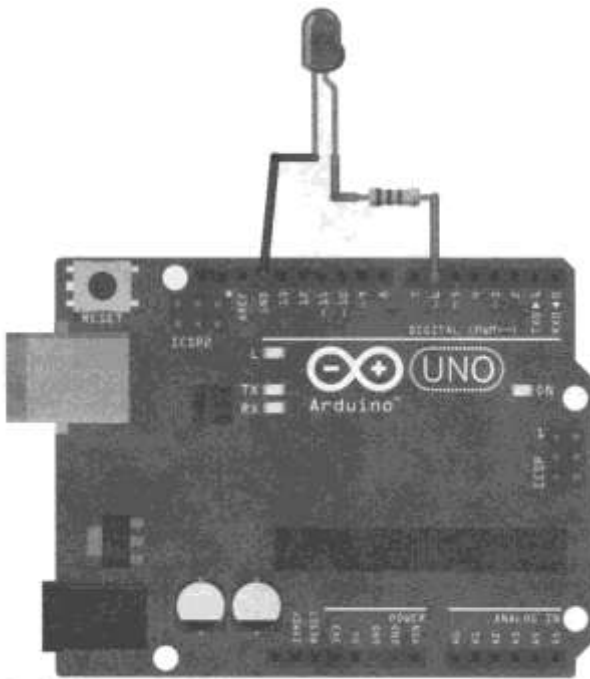


Рис. 6.28. Схема подключения светодиода

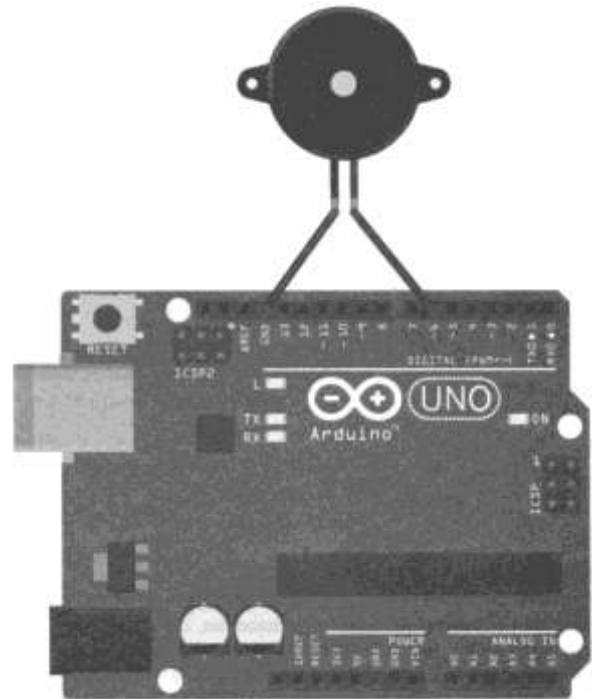
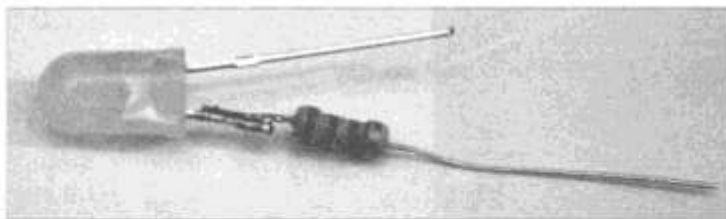
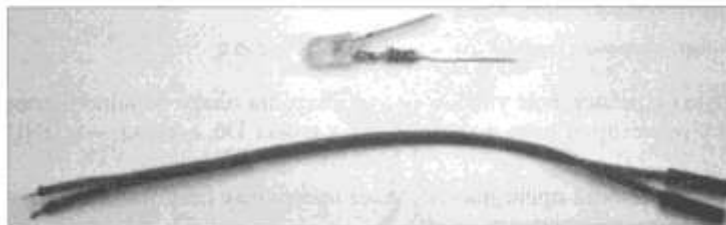


Рис. 6.31. Подключение зуммера к Arduino

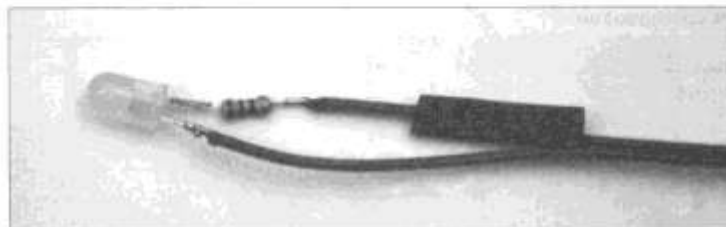
Задание. Выполните подключение устройств световой и звуковой индикации робота согласно инструкции.



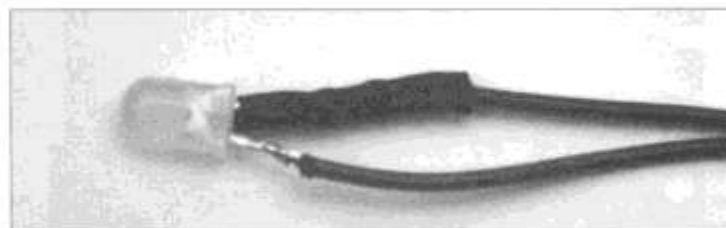
а



б



в



г

Рис. 6.29. Пайка светодиода к проводам

Для подключения светодиода к проводам используют пайку: нужно обрезать длинную ножку и подпаять к ней резистор сопротивлением 200 Ом (рис. 6.29, а), затем подготовить провода с клеммами «мама» с одной стороны, а с другой стороны клеммы отрезать, зачистить и залудить кончики (рис. 6.29, б), далее подпаять провода к светодиоду (рис. 6.29, в) и изолировать контакт с резистором, надев на него термотрубку — она сначала широкая, но после нагрева сильно стягивается, что очень удобно (рис. 6.29, г).

Полученный светодиод с резистором удобно монтировать на плату Arduino Sensor Shield v5.0: контакт с резистором надо подсоединить к ножке D6, а катод — к GND (рис. 6.30).

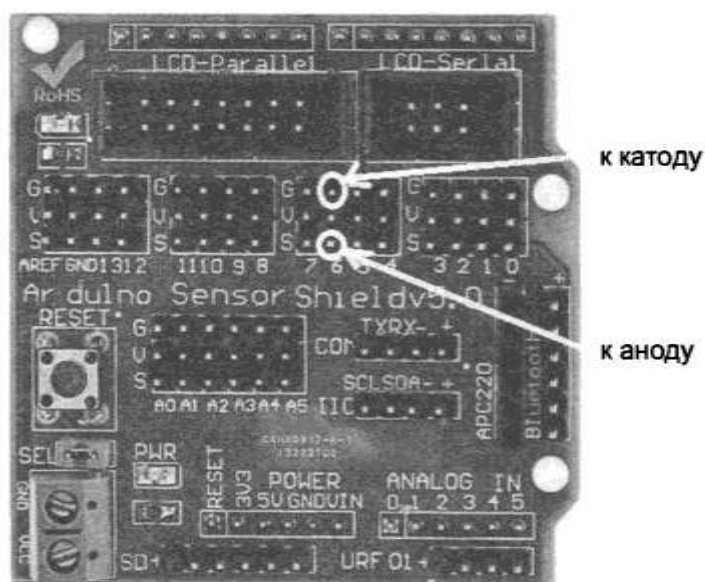


Рис. 6.30. Подключение подготовленного светодиода к Arduino Sensor Shield v5.0

В результате выполнения работы должно быть получено готовое устройство:

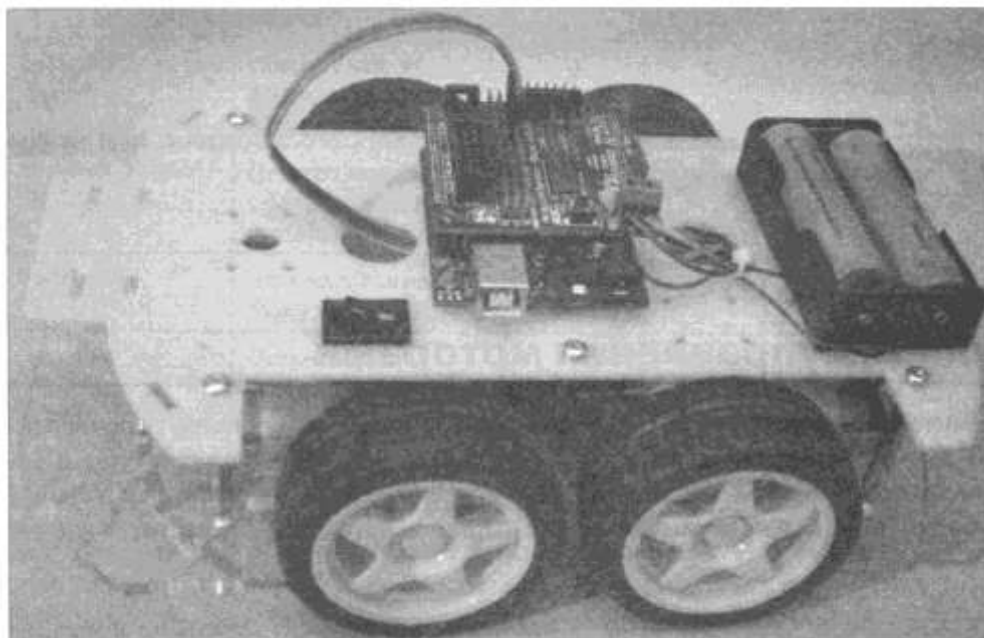


Рис. 6.32. Базовая модель робота в сборе

После окончания сборки робота следует сделать его контрольный осмотр, проверить, нет ли оторванных проводов, надеть колеса (рис. 6.32) и приступать к созданию первой программы, которая научит робота пользоваться моторами, совершать прямолинейное движение и повороты.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы (демонстрация собранного робота);
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №42.

Тестирование электронных компонентов робота

Цель работы: научиться выполнять тестирование электронных компонентов робота с помощью программы, загруженной в МК.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Задание. Выполните тестирование устройств световой и звуковой индикации, установленных на роботе.

1. Для **проверки работы светодиода**, загрузите в робота приведенную программу (листинг 6.2). Алгоритм работы: Светодиод 10 раз мигает, затем на 1 секунду гаснет.

Листинг 6.2. Мигаем светодиодом

//Создадим переменные для хранения номеров используемых пинов/портов Arduino.

```
int In1, In2, In3, In4, InDiod;
```

```
//Настройка void setup() {
```

```
// Присвоим переменным номера пинов Arduino.
```

```
InDiod = 6;
```

```
pinMode(InDiod, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(InDiod, HIGH);
```

```
In1 = 2;
```

```
In2 = 3;
```

```
In3 = 4;
```

```
In4 = 5;
```

```
//Переведем эти пины/порты в режим вывода.
```

```
pinMode(In1, OUTPUT);
```

```
pinMode(In2, OUTPUT);
```

```
pinMode(In3, OUTPUT);
```

```
pinMode(In4, OUTPUT);
```

```
}
```

```
//Тело программы
```

```
void loop () {
```

```
for (int i = 0; i < 10; i++)
```

```
{
```

```
digitalWrite(InDiod, HIGH);
```

```
delay (200) ;
```

```
digitalWrite(InDiod, LOW);
```

```
delay(200);
```

```
}
```

```
delay(1000) ;
```

```
}
```

2. Для **тестирования работы зуммера** можно использовать программу из листинга 6.3. Контакт зуммера (в данном случае это ножка 6) переводим в режим вывода, а затем командой tone (номер пина, частота) заставляем его издавать писк. Команда noTone (номер пина) отменяет звук. Зуммер, прерываясь, гудит на частоте 1000 Гц в течение 2 секунд, затем на 1 секунду замолкает.

Листинг 6.3. Тестирование зуммера

//Создадим переменные для хранения номеров используемых пинов/портов Arduino.

```
int In1,  
In2,  
In3,  
In4,  
InZ;  
//Настройка  
void setup() {  
// Присвоим переменным номера пинов Arduino.  
InZ = 6;  
pinMode(InZ, OUTPUT);  
In1 = 2;  
In2 = 3;  
In3 = 4;  
In4 = 5;  
// Переведем эти пины/порты в режим вывода.  
pinMode(In1, OUTPUT);  
pinMode(In2, OUTPUT);  
pinMode(In3, OUTPUT);  
pinMode(In4, OUTPUT);  
}  
//Тело программы  
void loop() {  
for (int i = 0; i < 10; i++)  
{  
tone(InZ, 1000);  
delay(100);  
noTone(InZ);  
delay(100);  
}  
delay(1000);  
}
```

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №43.

Программирование робота на заданное движение

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом, обеспечивающую заданное движение робота.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;

- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Переменные и функции управления моторами

Для управления моторами надо включить в программу четыре целочисленные глобальные переменные (табл. 7.1)— они будут отвечать за включение и отключение моторов, а также за направление вращения колес. Значения, записанные в них, будут являться номерами выводов Arduino, которыми потребуется управлять.

Таблица 7.1. Переменные управления моторами

Переменная	Назначение: номер вывода Arduino — контакт драйвера
motor_L1	2 — IN4
motor_L2	3 — IN3
motor_R1	4 — IN1
motor_R2	5 — IN2

Создадим также базовую функцию `setup_motor_system` — для присвоения глобальным переменным значений с номерами портов Arduino и перевода используемых портов в режим вывода данных.

Функции движений

Для управления роботом нам также потребуются функции, управляющие его движением. Дадим им названия и закрепим за ними определенные действия (табл. 7.2).

Таблица 7.2. Функции движений

Функция	Назначение	Выставляемые значения на портах			
		motor_L1	motor_L2	motor_R1	motor_R2
<code>forward()</code>	Включает движение вперед	1	0	1	0
<code>forward_left()</code>	Поворот налево с блокировкой левых колес	0	0	1	0
<code>forward_right()</code>	Поворот направо с блокировкой правых колес	1	0	0	0
<code>backward()</code>	Включает движение назад	0	1	0	1
<code>_stop()</code>	Остановка	0	0	0	0

Первая поездка

Для проверки работоспособности собранного робота нужно записать в него простую программу с определенной последовательностью движений. Созданные нами функции только включают моторы с заданными параметрами, но не позволяют управлять длительностью процесса. Поэтому нам следует позаботиться о том, чтобы после включения какой-либо функции, — например, `forward()`, прошло некоторое время до включения следующей. За это время робот, обрабатывая поданную на него команду, каким-то образом сместится. Естественно, что от времени, в течение которого выполняется движение, зависит величина самого движения:

если это поворот, то увеличение времени увеличит угол поворота, а если это движение вперед, то увеличится пройденное расстояние.

Алгоритм

Рис. 7.1 Демонстрирует небольшой линейный (в нем нет условных операторов) алгоритм тестовых движений робота. Согласно этому алгоритму, робот начинает двигаться, совершает повороты и проезды, а после выполнения всех команд начинает все сначала.



Рис. 7.1. Линейный алгоритм тестовых движений робота

Задание 1 . В соответствии с приведенным на рис. 7.1 алгоритмом, создайте скетч с тестовой программой (листинг 7.1), которая осуществляет в цикле несколько видов движений. Ее цель — проверить, что все сделано правильно, и колеса вращаются в нужном направлении.

Листинг 7.1. Тестовая программа движений робота

// Объявляем переменные для хранения состояния двух моторов

int motor_L1, motor_L2;

int motor_R1, motor_R2;

// Функция инициализации управления моторками.

void setup_motor_system(int L1, int L2, int R1, int R2)

{

// Заносятся в переменные номера контактов (пинов) Arduino

// Для левых

motor_L1=L1;

motor_L2=L2;

// и правых моторов робота.

motor_R1=R1;

motor_R2=R2;

// Переводятся указанные порты в состояние вывода данных.

pinMode (motor_L1, OUTPUT);

pinMode (motor_L2, OUTPUT);

pinMode(motor_R1, OUTPUT);

Если ваш робот совершает повороты и едет не так, как задумано в программе, не спешите его разбирать, включите в программе все команды, кроме движения вперед, и проверьте, какие колеса вращаются неправильно. Для этих колес поменяйте местами контакты на плате Arduino Sensor Shield, а если это проблематично, то измените значения переменных motor_L1, motor_L2, motor_R1, motor_R2.

Например, если колеса правой стороны вращаются в нужную сторону, а левой — в обратную, то следует поменять местами контакты на выводах 2 и 3, если же наоборот, то на выводах 5 и 4.

```

pinMode(motor_R2, OUTPUT);
}
// движение вперед.
void forward()
{
// Если двигатель будет работать не в ту сторону,
// поменять на нем контакты местами.
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот налево с блокировкой левых колес.
void forward_left()
{
// блокировка вращения левых колес.
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_L2, LOW) ;
// правые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот направо с блокировкой правых колес.
void forward_right()
// левые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW) ;
// блокировка вращения правых колес.
digitalWrite(motor_R1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Включаем движение назад.
void backward()
{
// Смена направления вращения двигателей.
digitalWrite(motor_L2, HIGH);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, HIGH);
digitalWrite(motor_R1, LOW);
}
void _stop()
(
// Блокировка всех колес.
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
digitalWrite(motor_R1, LOW);
}
// Функция инициализации, выполняется один раз.
void setup ()
{
// Переменные - номера контактов (пинов) Arduino.
// Для левых и правых моторов машинки.

```

```

setup_motor_system(2,3,4,5);
// Двигатели остановлены.
__ stop();
}
// Основная программа.
void loop ()
{
// Пример движения робота задан жестко в программе
// и повторяется в цикле. forward(); /
/ едет вперед 1 секунду. delay(1000);
forward_left();
// поворачивает налево 0,5 секунд. delay(500);
forward(); // едет вперед 0,5 секунд. delay(500);
forward_right(); // поворачивает направо 0,5 секунд. delay(500);
__ stop();
delay(500);
backward(); // движется назад 0,8 секунд. delay(800);
}

```

Задание 2. Разделите программу на два файла, разметив функции управления моторами и тестовую езду в различные скетчи.

Все функции управления моторами (листинг 7.2, а) поместим в файл motor.h (он должен быть создан в папке с текущей программой) и подключим его к основной программе инструкцией `#include "motor.h"`. Файл этот можно создать в редакторе Блокнот.

Листинг 7.2, а. *Все функции управления моторами.* Вспомогательный файл motor.h

// Объявляем переменные для хранения состояния двух моторов.

```
int motor_L1, motor_L2;
```

```
int motor_R1, motor_R2;
```

// Функция инициализации управления моторками.

```
void setup_motor_system(int L1, int L2, int R1, int R2)
```

```
{
```

// Заносятся в переменные номера контактов (пинов) Arduino.

```
motor_L1=L1;
```

```
motor_L2=L2;
```

// Для левых и правых моторов робота.

```
motor_R1=R1;
```

```
motor_R2=R2;
```

// Переводятся указанные порты в состояние вывода данных.

```
pinMode (motor_L1, OUTPUT);
```

```
pinMode (motor_L2, OUTPUT);
```

```
pinMode(motor_R1, OUTPUT);
```

```
pinMode (motor_R2, OUTPUT);
```

```
}
```

// движение вперед. void forward()

```
{
```

// Если двигатель будет работать не в ту сторону,

// поменять на нем контакты местами.

```
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
```

```
digitalWrite(motor_L2, LOW);
```

```
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
```

```
digitalWrite(motor_R2, LOW);
```

// Поворот налево с блокировкой левых колес.

```
void forward_left()
```

```
{
```

```

// блокировка вращения левых колес.
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
// правые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот направо с блокировкой правых колес. void forward_right()
{
// левые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW) ;
// блокировка вращения правых колес.
digitalWrite(motor_R1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Вешаем движение назад. void backward()
{
//Смена направления вращения двигателей.
digitalWrite(motor_L2, HIGH);
digitalWrite(motor_L1,LOW);
digitalWrite(motor_R2, HIGH);
digitalWrite(motor_R1,LOW);
}
void _stop()
{
// Блокировка всех колес.
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
digitalWrite(motor_R1,LOW);
}
В этом случае основная программа будет очень короткой (листинг 7.2, б).

```

Листинг 7.2, б. *Тестовая программа движений робота.*

```

Основной файл программы listng_7_2.ino
#include "motor.h" // Подключаем все функции управления моторами
// Функция инициализации, выполняется один раз.
void setup ()
{
// Переменные - номера контактов (пинов) Arduino.
// Для левых и правых моторов машинки. setup_motor_system(2,3, 5, 4) ;
// Двигатели остановлены.
stop();
}
// Основная программа. void loop ()
{
// Пример движения робота задан жестко в программе
// и повторяется в цикле.
forward();
// едет вперед 1 секунду.
delay(1000);
forward_left();
}

```

```

// поворачивает налево 0,5 секунд.
delay(500);
forward();
// едет вперед 0,5 секунд.
delay(500);
forward_right();
// поворачивает направо 0,5 секунд.
delay(500);
stop();
delay(500);
backward();
// движется назад 0,8 секунд.
delay(800);
}

```

Как теперь будет выглядеть наша программа в среде Arduino IDE, показано на рис. 7.2.



Рис. 7.2. Демонстрация деления программы на два файла: а — integ_f_2 и б — motor_h

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №44.

Программирование робота на дополнительные действия

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом, обеспечивающую индикацию состояний робота.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Задание.

Модифицируйте основную программу таким образом, чтобы при остановке загорался светодиод, подключенный к контроллеру Arduino (установлен на управление от 6-го контакта МК). Для этого нужно перевести контакт 6 в режим вывода и подавать на него 1, чтобы светодиод загорелся, и 0 — чтобы погас (листинг 7.3).

Листинг 7.3. Робот движется и сигнализирует светодиодом

```
#include "motor.h"
int diod_pin = 6;
// Функция инициализации, выполняется один раз.
void setup()
{
// Переменные - номера контактов (пинов) Arduino.
// Для левых и правых моторов машинки.
setup_motor_system(2, 3, 5, 4);
//переводим пин светодиода в режим вывода.
pinMode(diod_pin, OUTPUT);
//гасим светодиод.
digitalWrite(diod_pin, 0) ;
// Двигатели остановлены.
stop();
}
// Основная программа.
void loop()
{
// Пример движения робота задан жестко в программе
// и повторяется в цикле.
forward(); // едет вперед 1 секунду.
delay(1000) ;
forward_left(); // поворачивает налево 0,5 секунд.
delay(500) ;
forward(); // едет вперед 0,5 секунд.
delay(500);
forward_right(); // поворачивает направо 0,5 секунд.
delay(500);
//Выключаем светодиод. digitalWrite(diod_pin, 1);
stop();
delay(500);
//Гасим светодиод.
digitalWrite(diod_pin, 0);
backward();
// движется назад 0,8 секунд.
delay(800);
```

}

Самостоятельно добавьте в программу индикацию короткими звуковыми сигналами.

Таким образом, робот научился исполнять команды, позволяющие ему двигаться и поворачивать, а также сигнализировать при определенных ситуациях. Таким образом, нами создана универсальная программа, на основании которой довольно просто сделать программу движений любой сложности, чередуя этапы включения определенных двигательных функций и времени, в течение которого они работают.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №45.

Управление роботом по каналу инфракрасной связи

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом по каналу инфракрасной связи.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Управление по IR-каналу самое простое, и реализовать его можно, имея только IR-приемник (рис. 8.2), а в качестве пульта управления воспользоваться любым IR-пультом — например, от телевизора. Но IR-прием работает только в пределах прямой видимости, что делает управление роботом не очень эффективным.

Готовый набор IR-компонентов для использования с Arduino-роботами представлен на рис.

8.3. Подойдет нам также и любой инфракрасный пульт от телевизора или другой бытовой техники.

Для приема инфракрасного сигнала требуется IR-приемник. Он может быть смонтирован на плате (рис. 8.4, а) — в этом случае у нас будет возможность визуально следить за приемом сигнала по миганию индикатора. Можно также использовать IR-приемник без платы (рис. 8.4, б). Следует обратить внимание, что контакты платы IR-приемника и контакты IR-приемника без платы не совпадают.



Рис. 8.3. IR-пульт (слева); плата IR-приемника (справа сверху); соединительные провода (справа внизу)

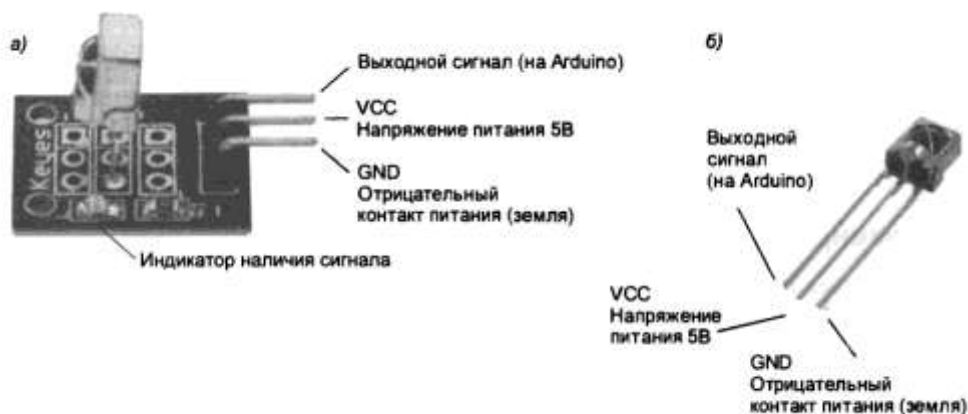


Рис. 8.4. а — плата IR-приемника; б — IR-приемник без платы

Схема подключения IR-приемника, уже установленного на плате, приведен на рис. 8.5. Питание подано от платы Arduino, но можно подать его и от другого источника стабилизированного электропитания 5 В. На плате приемника (см. рис. 8.4, а) левый контакт обозначен символом «-» — это «земля» (GND), правый контакт обозначен символом «S» — это сигнальный контакт (Data), средний контакт на плате не обозначен — это напряжение питания ($V_{cc} = 5\text{ В}$).

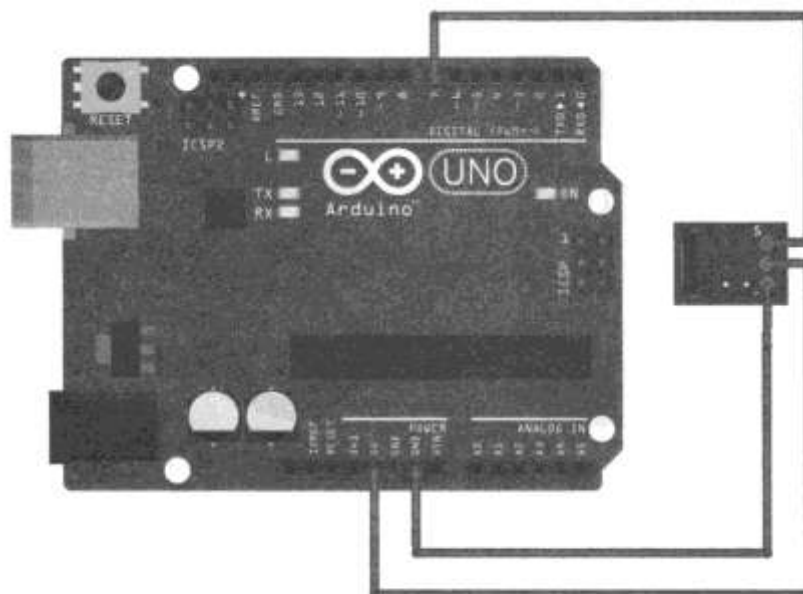


Рис. 8.5. Подключение IR-приемника к Arduino UNO

Располагаться IR-приемник должен таким образом, чтобы быть в прямой видимости от пульта управления. На роботе это место не должно ничем перекрываться. Общий вид робота в сборе, оснащенного IR-приемником, приведен на рис. 8.6.

В случае использования IR-приемника без платы рекомендуется для уменьшения помех и ложного срабатывания установить



Рис. 8.6. Робот, оснащенный IR-приемником

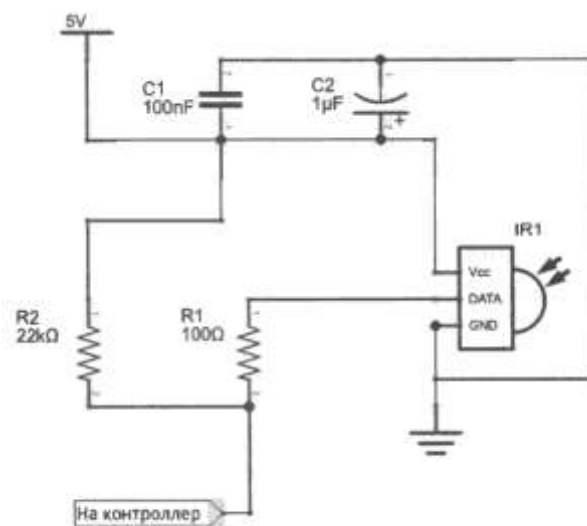


Рис. 8.7. Фильтр помех для IR-приемника

дополнительный фильтр питания (рис. 8.7).

С Arduino IDE уже поставляется библиотека для работы с IR-приемником, но она не содержит примеров. Чтобы посмотреть и попробовать типичные примеры работы с IR-приемником, нужно установить расширенную библиотеку. Для этого следует выполнить ряд действий:

Зайти на компьютере в папку, куда установлена программа Arduino (обычно это C:\Program Files (x86)\Arduino или C:\Program Files\Wduino).

В этой папке зайти в папку Libraries и удалить из нее папку RobotIRremote.

С сайта <https://github.com/z3t0/Arduino-remote> скачать ZIP-архив, содержащий обновленную библиотеку IRRemote.h.

Через меню Arduino IDE Скетч / Подключить подключить полученную библиотеку.

Если примеры работы с IR-приемником вам не интересны, можно использовать и встроенную библиотеку. При этом следует удалить файлы IRemoteTools.cpp и IRemoteTools.h из папки Libraries\RobotIRremote\src, иначе компиляция программы заканчивается ошибкой.

После установки расширенной библиотеки у вас появятся примеры для управления роботом с помощью IR-пульта.

Выберите пример IRrecvDemo (рис. 8.8) — этот пример также приведен в листинге 8.1. Проверьте, к какому контакту у вас подключена сигнальная нога IR-приемника (в примере на рис. 8.5 это контакт 7). Теперь нужно запустить программу, открыть порт для просмотра кодов кнопок пульта и дополнить полученными кодами табл. 8.1, содержащую перечень функций движения робота и их назначение. Для пульта, изображенного на

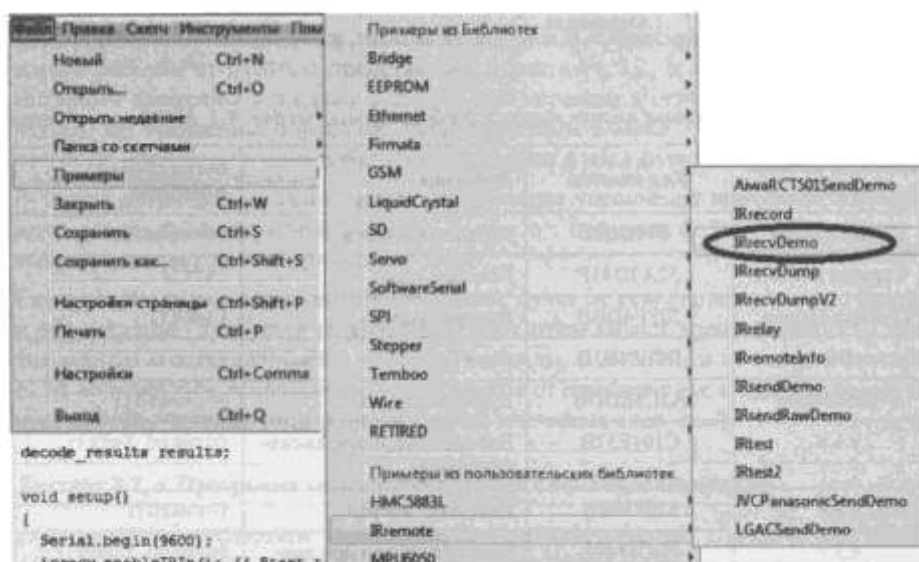


Рис. 8.8. Выбор примера программы для тестирования IR-приемника

рис. 8.3, коды кнопок приведены в табл. 8.2.

Задание. Создайте скетч программы ИК управления роботом, предварительно получив коды кнопок пульта

Листинг 8.1. Проверка кодов кнопок пульта

```
// Подключение библиотеки IRremote.h.
#include <IRremote.h>
// Подключаем глобально библиотеку из Arduino IDE.
#include "IRremote.h"
// Подключаем локально библиотеку из текущего каталога
// Порт Arduino для приемника. int RECV_PIN = 7;
// Создаем объект IR-приемник.
IRrecv irrecv(RECV_PIN);
// Создаем структуру результата приема данных IR-канала.
decode_results results; void setup()
// Устанавливаем скорость порта связи с ПК.
Serial.begin(9600);
// Запуск IR-приемника.
```

```

irrcv.enableIRIn();
}
void loop() {
// Если продли данные.
if (irrcv.decode(Sresults))
{
// Послать полученные данные на ПК в 16-м представлении.
Serial.println(results.value, HEX);
// Готов к приему. irrcv.resume();
}
delay(100);
}

```

Таблица 8.1. Функции движения робота и их назначение

№ п.п.	Функция	Назначение
1.	forward()	Движение вперед
2.	forward_left()	Поворот налево с блокировкой левых колес. Поворот применяется при движении вперед, при переключении от движения вперед к этому виду поворота не требуется остановка
3.	forward_right()	Поворот направо с блокировкой правых колес. Поворот применяется при движении робота вперед, при переключении от движения вперед к этому виду поворота не требуется остановка
4.	left()	Поворот налево на месте. Правые колеса вращаются вперед, левые назад
5.	right()	Поворот направо на месте. Правые колеса вращаются назад, левые вперед
6.	backward()	Движение назад
7.	backward_left()	Поворот налево с блокировкой левых колес. Поворот применяется при движении задним ходом, при переключении от движения назад к этому виду поворота не требуется остановка
8.	backward_right()	Поворот направо с блокировкой правых колес. Поворот применяется при движении задним ходом, при переключении от движения назад к этому виду поворота не требуется остановка
9.	_stop()	Остановка

Таблица 8.2. Соответствие кнопок пульта, изображенного на рис. 8.3, действиям робота

Название кнопки пульта	Код кнопки	Действие	Вызываемая функция
Стрелка вверх	511DBB	Двигаться вперед	forward()
Стрелка влево	52A3D41F	Поворот влево	left()
Стрелка вправо	20FE4DBB	Поворот вправо	right()
«Ok»	D7E84B1B	Стоп	_stop()
Стрелка вниз	A3C8EDDB	Двигаться назад	backward()
« 1 »	C101E57B	Поворот влево при движении вперед	forward_left()
« 2 »	97483BFB	Двигаться вперед	forward()
« 3 »	F0C41643	Поворот вправо при движении вперед	forward_right()
« 4 »	9716BE3F	Поворот влево	left()
« 5 »	3D9AE3F7	Стоп	_stop()
« 6 »	6182021B	Поворот вправо	right()
« 7 »	8C22657B	Поворот влево при движении назад	backward_left()
« 8 »	488F3CB	Двигаться назад	backward()
« 9 »	449E79F	Поворот вправо при движении вперед	backward_right()
« 0 »	1BC0157B	Стоп	_stop()
« * »	32C6FDF7	Стоп	_stop()
« # »	3EC3FC1B	Стоп	_stop()

Программа для робота предусматривает, что данные принимаются с IR-датчика, коды, генерируемые пультом при нажатии той или иной кнопки, взяты из табл. 8.2, принятые коды анализируются на совпадение, и при совпадении запускается та или иная функция (см. табл. 8.1).

Текст программы приведен в листингах 8.2, а и б. Обратите внимание, что содержимое рабочей программы представлено в листинге 8.2, а, а функции управления моторами вынесены в листинг 8.2, б— они перешли в отдельный файл с именем motor.h.

В тексте приводимых далее листингов функции управления моторами подключаются локально инструкцией `#include "motor.h"`, при этом файл motor.h должен лежать в одном каталоге с примером.

Следует учесть, что если кнопки не нажаты, пульт не генерирует никакого сигнала, и эту ситуацию требуется обработать. Робот отслеживает время последнего нажатия кнопки и останавливается через 0,3 секунды, если кнопка не нажата повторно. Если коды кнопок вашего пульта отличаются от приведенных в программе, их следует скорректировать (они записаны после ключевых слов case).

Листинг 8.2, а. Программа управления роботом с помощью IR-пульта

// Подключение библиотеки IRremote.h.

// #include <IRremote.h>

// Подключаем глобально библиотеку из Arduino IDE.

#include "IRremote.h"

// Подключаем локально библиотеку из текущего каталога #include "motor.h"

// Функции управления моторками.

// Порт для IR-приемника.

int RECV_PIN = 7;

// Создание IR-приемника.

IRrecv irrecv(RECV_PIN);

// Переменная для хранения кодов кнопок, получаемых от IR-приемника.

decode_results results;

// Хранит время последнего нажатия кнопки. unsigned long _time;

// Опишем коды кнопок макроподстановки:

```

#define FORWARD 0x5//DBB #define LEFT 0x52A3D41F #define RIGHT 0x20FE4DBB
#define STOP 0xD7E84B1B #define BACKWARD 0xA3C8EDDB #define FORWARDLEFT
0xC101E57B #define FORWARD2 0x97483BFB #define FORWARDRIGHT 0xF0C41643 #define
LEFT2 0x9716BE3F #define STOP2 0x3D9AE3F7 #define RIGHT2 0x6182021B #define
BACKWARDLEFT 0x8C22657B #define BACKWARD2 0x488F3CBB #define BACKWARDRIGHT
0x449E79F #define STOP3 0x1BC0157B #define STOP4 0x32C6FDF7 #define STOP5 0x3EC3FC1B
// Инициализация.

```

```

void setup()
{
// Переменные - номера контактов (цинов) Arduino.
// Для левых и правых моторов машинки.
setup_motor_system(2, 3, 4, 5);
stop(); // Двигатели остановлены.
// Запуск IR-приемника.
irrecv.enableIRIn();
_time = millis();
}
// Основная программа.
void loop()
{
if (irrecv.decode(&results))
{
_time = millis();
switch (results.value) {
// Вперед case FORWARD:
forward(); break;
// Назад case BACKWARD:
backward(); break;
// Влево case LEFT:
left(); break;
// Вправо case RIGHT:
right(); break;
// Вперед case FORWARD2:
forward(); break;
// Назад case BACKWARD2:
backward(); break;
// Влево case LEFT2:
left(); break;
// Вправо case RIGHT2 :
right(); break;
// Прямо и влево case FORWARDLEFT:
forward_left(); break;
// Прямо и вправо case FORWARDRIGHT:
forward_right(); break;
// Назад и влево case BACKWARDLEFT:
backward_left(); break;
// Назад и вправо case BACKWARDRIGHT:
backward_right(); break;
// Стоп case STOP:
stop();
break; case STOP2:
stop();
break; case STOP3:

```



```

    stop();
break; case STOP4:
    stop();
break; case STOP5:
    stop();
break;
>
irrecv.resume();
}
// Если никакая клавиша не нажата более 0,3 сек., то остановка.
if ( ( millis () - _time) >300) (_stop() ;)
```

Листинг 8.2, б. *Содержимое модифицированного файла motor.h*

```

// Объявляем переменные для хранения состояния двух моторов.
int motor_L1,
motor_L2;
int motor_R1,
motor_R2;
// Функция инициализации управления моторами.
void setup_motor_system(int L1, int L2, int R1, int R2)
{
// Заносятся в переменные номера контактов (пинов) Arduino. motor_L1 = L1; motor_L2 = L2;
// Для левых и правых моторов робота. motor_R1 = R1; motor_R2 = R2;
// Переводятся указанные порты в состояние вывода данных.
pinMode (motor_L1, OUTPUT) ;
pinMode (motor_L2, OUTPUT);
pinMode (motor_R1, OUTPUT);
pinMode (motor_R2, OUTPUT);
}
// движение вперед. void forward()
{
// Если двигатель будет работать не в ту сторону,
// поменять на нем контакты местами.
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот налево с блокировкой левых колес. void forward_left()
{
// блокировка вращения левых колес.
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
// правые колеса вращаются.
digitalWrite(motor_R1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот направо с блокировкой правых колес. void forward_right()
{
// левые колеса вращаются.
digitalWrite (motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
// блокировка вращения правых колес.
```

```

digitalWrite(motor_R1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
}
// Поворот налево на месте.
void left()
{
// левые колеса вращаются назад.
digitalWrite (motor_L1, LOW) ;
digitalWrite (motor_L2, HIGH);
// правые колеса вращаются вперед .
digitalWrite(motor_R1, HIGH) ;
digitalWrite (motor_R2, LOW);
}
// Поворот направо на месте. void right()
{
// левые колеса вращаются вперед.
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_L2, LOW);
// правые колеса вращаются назад.
digitalWrite(motor_R1, LOW);
digitalWrite (motor_R2, HIGH);
}
// Выключаем движение назад.
void backward()
{
// Смена направления вращения двигателей.
digitalWrite(motor_L2, HIGH);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, HIGH);
digitalWrite(motor_R1, LOW);
}
{
// Смена направления вращения двигателей.
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite(motor_L1, HIGH);
digitalWrite(motor_R2, HIGH);
digitalWrite (motor_R1, LOW);
}
// Выключаем движение назад. void backward_right()
{
// Смена направления вращения двигателей .
digitalWrite(motor_L2, HIGH);
digitalWrite(motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
digitalWrite (motor_R1, HIGH);
}
void _stop()
{
// Блокировка всех колес.
digitalWrite(motor_L2, LOW);
digitalWrite (motor_L1, LOW);
digitalWrite(motor_R2, LOW);
digitalWrite(motor_R1, LOW);
}

```

}

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №46.

Управление роботом по каналу Bluetooth

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом по каналу Bluetooth.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Для связи с роботом по Bluetooth потребуется установить на него контроллер Bluetooth — тогда управлять роботом можно будет со смартфона на операционной системе Android. В магазине приложений для Android-устройств Google Play Map- кет есть достаточное количество бесплатных приложений, реализующих функции управления колесными роботами (рис. 8.9).



Рис. 8.9. Программы управления роботами на Google Play Маркет (для смартфонов на Android)

Подбор элементной базы

В качестве Bluetooth-контроллера робота можно применить недорогие модули HC-05, HC-06 (рис. 8.10) или SPP-C (рис. 8.11). Питание 5 В подается на контакты VCC и GND. Для работы на передачу и прием используются контакты RXD и TXD, на плате Arduino робота потребуется задействовать для работы с этим Bluetooth - контроллером два свободных порта. Если хотите установить контроллеру имя, отличное от имени по умолчанию, контроллер следует перепрошить. При этом для модуля HC-05 (имя по умолчанию hc-05) может потребоваться еще один порт. После смены имени порт можно будет освободить.

Вариант Bluetooth -модуля SPP-C (см. рис. 8.11) удобен тем, что не требует применения пайки для изменения имени и других настроек. После подключения по умолчанию ему присваивается имя vt04-A. Подключается он аналогично HC-05, но есть небольшое отличие в синтаксисе написания программ: при использовании AT-команд между командой и параметром не ставится знак =. Например, команда присвоения имени модулю для HC-05 выглядит так:

AT+NAME=ROBOPES

а для SPP-C и HC-06 так:

AT+NAMEROBOPES

По этой команде модулю будет присвоено имя ROBOPES.

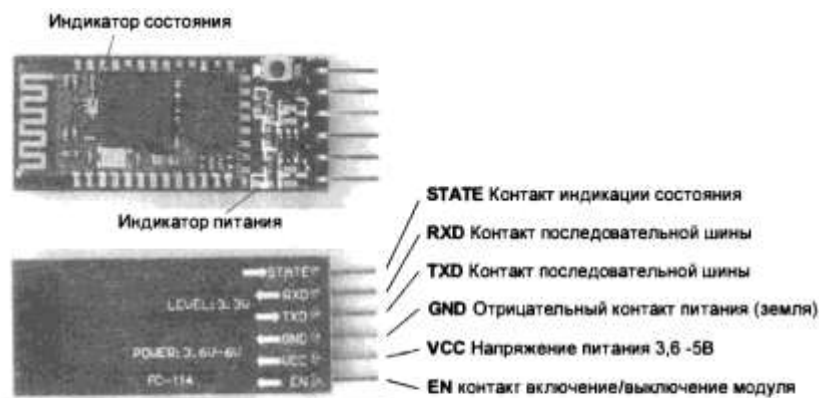


Рис. 8.10. Модуль HC-05/HC-06 приемопередачи по Bluetooth

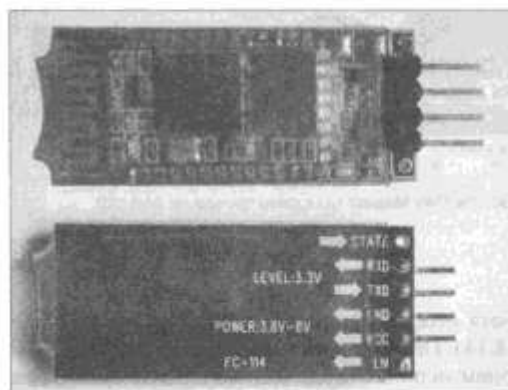


Рис. 8.11. Модуль SPP-C приемопередачи по Bluetooth.
Назначение контактов то же, что и на рис. 8.10

За этим небольшим исключением все написанное далее одинаково для рассмотренных модулей. Еще стоит отметить, что HC-06 визуально не отличается от HC-05, но в HC-06 отсутствует ряд режимов работы.

Подключение к Arduino

Обычно Bluetooth-контроллер подключается на стандартные входы последовательного порта D0 и D1 — на плате Arduino они обозначены как RX и TX. Но эти же входы используются при программировании робота, поэтому каждый раз при проведении процедуры программирования вам придется отсоединять Bluetooth-контроллер, иначе он будет мешать обмену информацией между компьютером и Arduino.

Программирование робота по Bluetooth

Можно программировать робота и по Bluetooth, подключив Bluetooth-контроллер к контактам D0 и D1 контроллера Arduino, однако правильнее использовать специальную библиотеку эмуляции последовательного порта и подключить контроллер на любые свободные входы Arduino (D2-D13 или A0-A3). Выберем D10 и D11. Подключение должно быть перекрестным: RXD контроллера подключается к TX Arduino, а TXD контроллера — к RX Arduino. Контакты RXD и RX читают данные, а TXD и TX их передают, — соответственно, в паре соединенных контактов один должен быть передающим, а другой — читающим. Это нужно будет учесть при создании последовательного порта в программе робота. Порядок соединения приведен на рис. 8.12. Подключение 34 ноги контроллера Bluetooth к порту A0 актуально, только если требуется сменить имя модуля HC-5, для HC-06 или SPP-C этого не требуется.

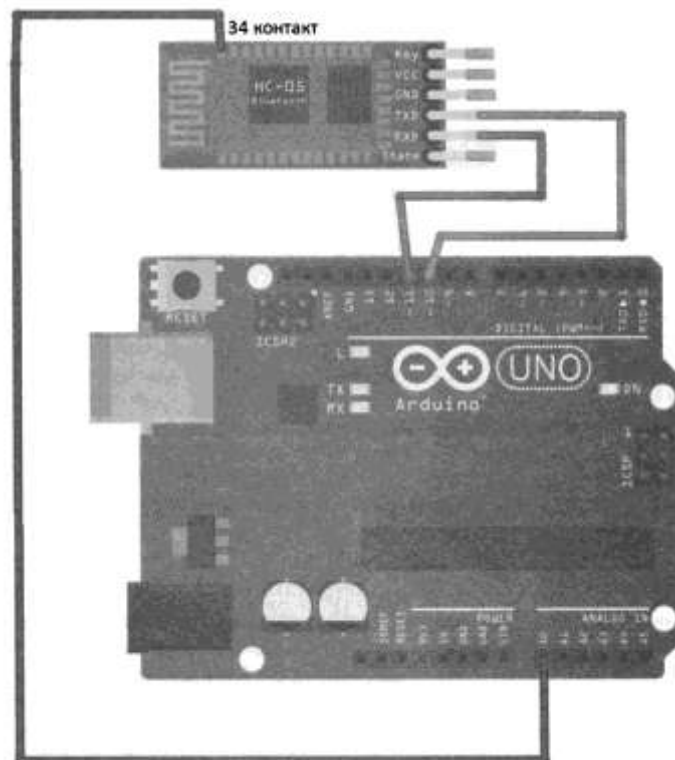


Рис. 8.12. Подключение контроллера Bluetooth HC-05 к Arduino UNO с контактом для модификации имени

Так как приемопередатчик Bluetooth потребляет относительно много энергии, электропитание для него следует получать от отдельного источника — в нашем случае от стабилизатора платы драйвера двигателей через Arduino Sensor Shield v5.0 (рис. 8.13). Теперь, если включить робота и выполнить на смартфоне поиск Bluetooth-устройств, в нем появится новое Bluetooth-устройство — оно будет называться так, как всю партию прошили на фабрике, — например, HC-05.

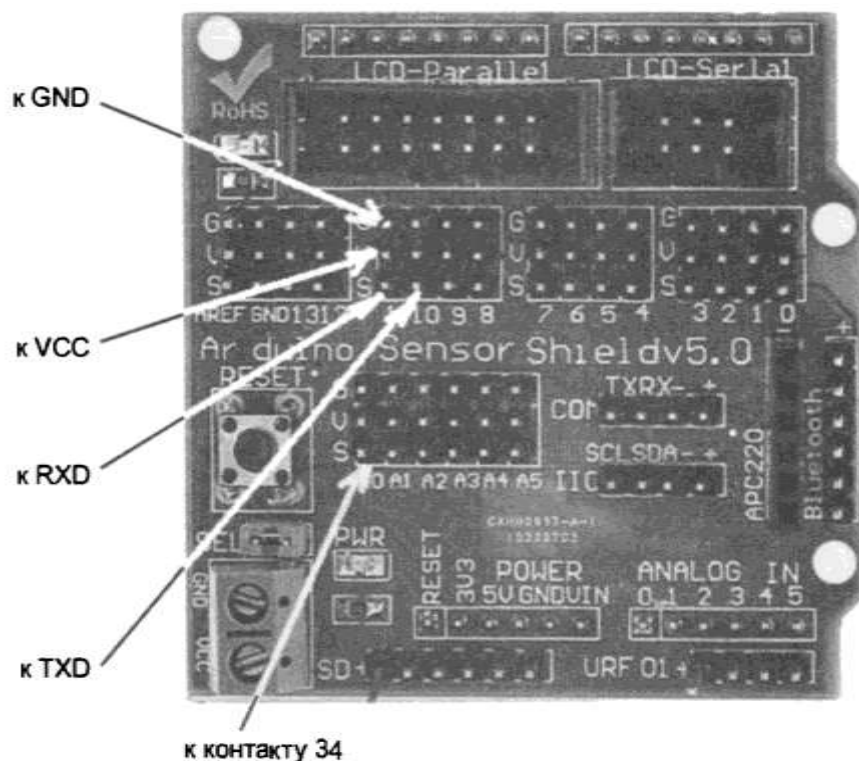


Рис. 8.13. Подключение контроллера Bluetooth HC-05 через Arduino Sensor Shield V5.0

Смена имени робота

HC-05 или HC-06 — не очень оригинальные названия, но они прошиты внутри модулей, и их можно изменить. В отличие от SPP-C и HC-6, перепрошивка HC-05 возможна только при наличии логической единицы на его 34-м контакте. Для подачи такой логической единицы потребуется присоединить к контакту 34 HC-05 (см. рис. 8.12) свободный порт контролера Arduino — пусть это будет порт АО. Согласно инструкции на Arduino ^NO, порты АО-A7 являются аналоговыми приемниками, но АО-A5 могут также работать и в двоичном режиме как для чтения, так и для вывода информации. Контакт 34 расположен довольно близко к 33-му контакту — паяйте осторожно! После изменения имени робота контакт 34 можно будет освободить.

Задание. Создайте скетч с программой переименования робота и тестирования работы Bluetooth обмена данными.

Программа переименования робота для описанных настроек (используемых портов) приведена в листинге 8.3. Новое имя присваивается роботу в строке BTSerial.println ("AT+NAME=MaxiBot"), здесь это имя MaxiBot. Придумайте и задайте имя своему роботу латинскими буквами без пробелов.

Проверьте результат прошивки, проводя поиск новых устройств Bluetooth на смартфоне.

Листинг 8.3. *Переименование робота и проверка работы Bluetooth*

// Подключаем библиотеку для работы с Serial через дискретные порты

#include <SoftwareSerial.h>

// Создаем последовательный порт на пинах 10 и 11

SoftwareSerial BTSerial(10, 11);

// RX, TX

// Переменная для приема данных по Bluetooth

char bt_input;

// Настройка void setup()

{

// Устанавливаем скорость передачи данных по Bluetooth

BTSerial.begin(9600);

// Переключаем А0 в двоичный режим работы, на передачу

pinMode(14, OUTPUT);

//Только для HC-05

// Переводим HC-05 в режим AT-команд

digitalWrite(14, 1);

//Только для HC-05

// Присваиваем HC-05 новое имя - MaxiBot

BTSerial.println("AT+NAME=MaxiBot");

//Для HC-05

//Для модуля из набора HC-06 и SPP-C //

BTSerial.println ("AT+NAME=MaxiBot");

// Устанавливаем скорость передачи данных по кабелю

Serial.begin(9600);

// переводим HC-05 в нормальный режим работы

digitalWrite(14, 0);

//Только для HC-05

}

void loop()

{

// Если пришли данные по Bluetooth

if (BTSerial.available())

{

// Записываем, что пришло по Bluetooth, в переменную

bt_input bt_input = (char) BTSerial.read();

Serial.println(bt_input);

}
}

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №47.

Управление роботом через приложение

Цель работы: научиться управлять роботом через стандартное приложение.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Настройка смартфона

Для управления роботом по каналу Bluetooth вам потребуется смартфон на операционной системе Android и программа удаленного управления. Удачным выбором может стать программа Arduino Bluetooth RC Car. Она хорошо документирована и неплохо зарекомендовала себя в тестах. Установите ее с Google Play Маркет на смартфон. Интерфейс программы приведен на рис. 8.14.

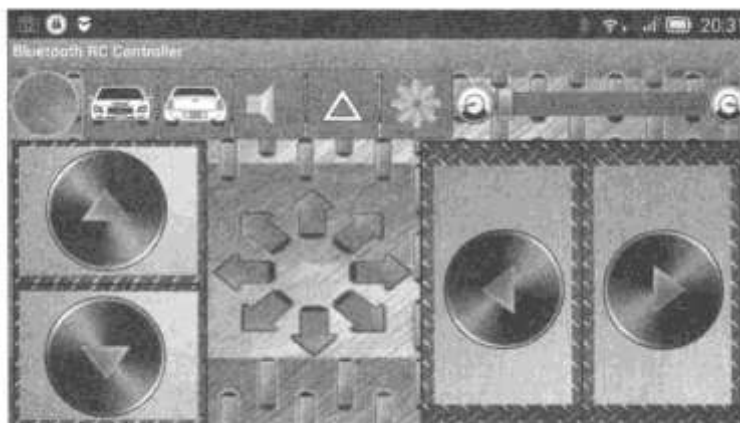


Рис. 8.14. Главное окно программы Arduino Bluetooth RC Car

Чтобы подключиться к роботу, следует нажать кнопку в виде шестеренки, активировать Bluetooth, после чего выбрать пункт Connect. Если робот уже прописан в устройствах смартфона, нужно будет выбрать его из меню (рис. 8.15), в противном случае произвести новое сканирование и подключить робота. Пароль по умолчанию у HC-05: 1234, это может потребоваться!



Рис. 8.15. Выбор Bluetooth-устройства

Когда робот соединится со смартфоном, интерфейс программы изменится: серая лампочка слева вверху станет зеленой, а в верхнем правом углу появится имя робота, к которому подсоединен смартфон (рис. 8.16).

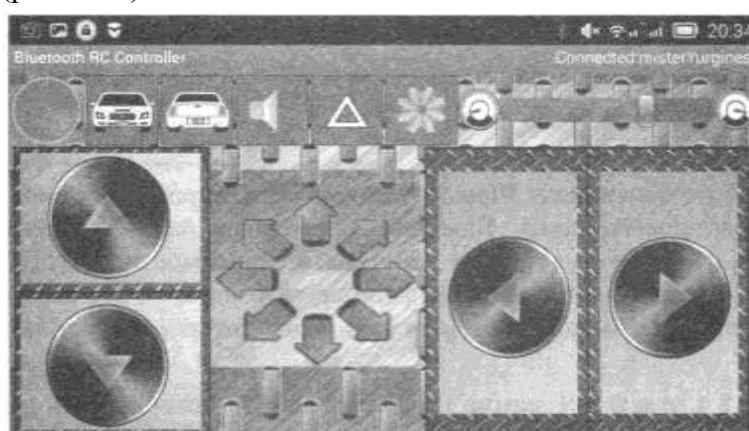


Рис. 8.16. Соединение установлено

Устранение радиопомех

Когда речь идет о работе по радиоканалу, возникают проблемы, связанные с электромагнитной совместимостью. Установка Bluetooth-модуля рядом с сервомотором головы, создающим радиопомехи, может приводить к частым обрывам связи. Лучше всего, если Bluetooth-модуль будет расположен на небольшой антенне и подальше от двигателей. При этом, если на все моторы будут установлены рекомендованные защитные конденсаторы, то радиус связи вашего робота значительно увеличится, и обрывы связи сократятся.

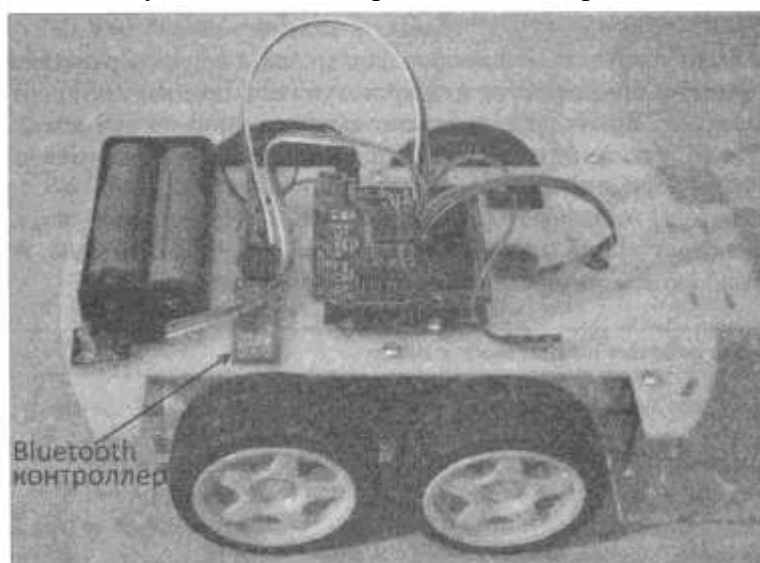


Рис. 8.17. Робот, оснащенный контроллером Bluetooth HC-05/HC-06

Общий вид робота в сборе, оснащенного контроллером Bluetooth, приведен на рис. 8.17.

Задание. Создайте скетч с программой управления поворотом колес и их блокировкой.

Программа управления роботом по каналу Bluetooth весьма проста: робот постоянно проверяет на последовательном порту Bluetooth - контроллера наличие байта команды. Если команда есть — изменяет свои действия в зависимости от того, какой байт пришел. Если никакие кнопки на смартфоне не нажимать, он все равно отправляет команду, а именно — символ s, которую наш робот интерпретирует как остановку.

Приведенная в листингах 8.4, а и б программа позволяет роботу поворачивать на полном ходу, используя принцип блокировки колес со стороны поворота. Если же робот стоит, то он поворачивает всеми колесами, — при этом правые и левые вращаются в разные стороны. Робот может поворачивать и при езде задним ходом. Кроме того, программа Arduino Bluetooth RC Car дает возможность управлять роботом посредством изменения ориентации смартфона в пространстве.

Кроме заявленных функций, программа Arduino Bluetooth RC Car позволяет, например, включать и отключать фары, если включение фар предусмотрено конструкцией робота.

Подробнее прочитать о том, какие символы-команды посылает смартфон роботу, можно на странице помощи в программе управления на смартфоне.

Собственно программа управления роботом по Bluetooth-каналу представлена в листинге 8.4, а. А для более удобной работы анализ нажатых кнопок вынесен в отдельную функцию `move_case ( char bt_input)`, помещенную в файл `move_case.h` (листинг 8.4, б), который подключается к основной программе инструкцией

```
#include "move_case.h".
```

Для того чтобы можно было управлять мощностью двигателей, введена переменная `_move_time`, в которой задается время работы в микросекундах в течение такта длительностью 500 микросекунд. Время работы можно изменять от 0 до 500 мксек. Сама организация тактов работы двигателей находится в конце программы. Сначала проверяется, не истек ли период времени текущего такта, выделенный на работу моторов, а если истек, моторы отключаются командой `_stop ()`. Затем проверяется, не закончилось ли время самого такта (оно равно 500 мксек), а если оно истекло, то начинается новый такт, и двигатели запускаются вызовом функции `move_case`.

Листинг 8.4, а. *Управление роботом по Bluetooth-каналу*

```
// Подключаем библиотеку для создания дополнительных последовательных (Serial) портов.
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#include "motor.h"
```

```
#include "move_case.h"
```

```
// Создаем последовательный порт на пинах 13-чтение и 2-передача.
```

```
SoftwareSerial BTSerial(10, //); // RX, TX
```

```
// Переменная для приема данных по Bluetooth. char bt_input;
```

```
// Хранит время последнего нажатия кнопки. unsigned long _time;
```

```
// Функция инициализации void setup()
```

```
{
```

```
// Переменные - номера контактов (цинов) Arduino.
```

```
// Для левых и правых моторов машинки.
```

```
setup_motor_system(2, 3, 4, 5);
```

```
_stop(); //Двигатели остановлены.
```

```
// Устанавливаем скорость передачи данных для HC-05 (Bluetooth-модуль).
```

```
BTSerial.begin(9600);
```

```
// Переключаем A0 в двоичный режим работы, на передачу,
```

```
// если вы его еще не отключили
```

```
pinMode(14, OUTPUT);
```

```
// Устанавливаем скорость передачи данных по кабелю.
```

```
// Порт компьютера //Serial.begin(9600);
```

```

_time = micros ();
}
// Основная прог^и. void loop()
{
if (BTSerial.available())
{
// Читаем команду и заносим ее в переменную. char преобразует
// код символа команды в символ.
bt_input = (char)BTSerial.read();
// Отправляем команду в порт, чтобы можно было
// их проверить в "Мониторе порта".
//Serial.println(bt_input);
// Вызов функции выбора действия по команде
move_case(bt_input);
_time = micros ();
}
if ((micros() - _time) > _move_time)
{
stop () ;
}
if ( ( micros () - _time) >= 500)
{
_time = micros ();
move_case(bt_input);
}
}

```

Листинг 8.4, б. *Содержимое файла move_case.h*

```

// Переменная изменения скорости. unsigned long _move_time;
// == Выбор действий
void move_case(char bt_input)
{
switch (bt_input) {
// Вперед
case 'F' :
forward();
break;
// Назад case 'B':
backward();
break;
// Влево
case 'L':
left () ;
break;
// Вправо
case 'R':
right();
break;
// Прямо и влево
case 'G':
forward_left();
break;
// Прямо и вправо

```

```

case 'I':
forward_right ();
break;
// Назад и влево
case 'H':
backward_left();
break;
// Назад и вправо
case 'J':
backward_right();
break;
// Стоп case 'S':
stop ();
break;
// Скорость 0% case '0':
_move_time = 0;
break;
// Скорость 10% case '1':
_move_time = 50;
break;
// Скорость 20% case '2':
_move_time = 100;
break;
// Скорость 30% case '3':
_move_time = 150;
break;
// Скорость 40% case '4':
_move_time = 200;
break;
// Скорость 50% case '5':
_move_time = 250;
break;
// Скорость 60% case '6':
_move_time = 300;
break;
// Скорость 70% case '7':
_move_time = 350;
break;
// Скорость 80% _move_time = 400;
break;
// Скорость 90% case '9':
_move_time = 450;
break;
// Скорость 100% case 'q':
_move_time = 500;
break;
case 'X':
//switch_rejim = 1;
break;
case 'x':
//switch_rejim = 0;
break;
case 'D':

```

```
_stop();  
//switch_rejm = 0;  
break;  
}  
}
```

Основные проблемы, которые могут возникнуть при подключении контроллера Bluetooth, связаны с электромагнитной несовместимостью и невнимательностью. Если контроллер Bluetooth не изменяет свое имя с первого раза, следует сделать повторную попытку.

Принцип управления роботом по каналу Bluetooth теперь должен быть вам понятен. Здесь не рассмотрен вопрос обратной передачи информации от робота и связи двух роботов между собой, но если вы успешно собрали и испытали рассмотренного до сих пор робота, то добьетесь остального самостоятельно.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие №48.

Движение робота по заданной траектории

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом, обеспечивающую движение робота по заданной траектории.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Классической задачей для мобильных роботов является движение по линии. В нашем случае фон будет белым, а линия — черного цвета, шириной 4 см. Наш робот должен двигаться по этой черной линии, не сбиваясь с курса.

Решение этой задачи предполагает:

- рассмотрение способов детектирования черной линии Arduino;
- обоснование выбора датчиков детектирования черной линии;
- подключение датчиков к роботу;
- составление алгоритма и практическую реализацию программы.

В качестве примера приведем типичную трассу для соревнований по «биатлону» для роботов (рис. 9.1), которые традиционно проводят на робофестивалях. В продолжение эстафеты робот должен начать движение от старта и, двигаясь только по черной линии, проехать, не задев фишки, установленные в позициях 5, 6, 7 и 8; проезжая мимо, сбить фишки, установленные в

позициях 1 и 2; забрать с собой к финишу фишки, находящиеся в позициях 3 и 4.

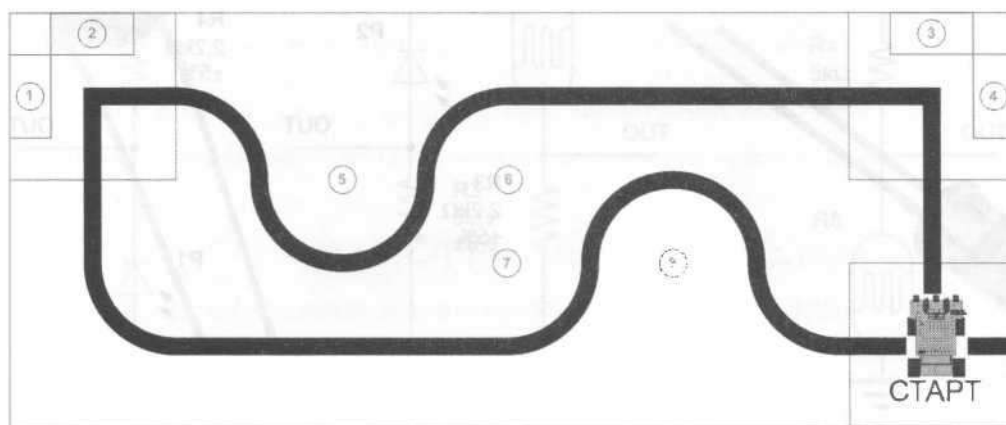


Рис. 9.1. Пример черной линии на соревнованиях роботов по «биатлону»

Такую сложную задачу мы пока ставить перед собой не будем, а ограничимся только движением по линии.

Конечно, можно попытаться запрограммировать робота таким образом, чтобы он четко знал, где ехать прямо, а где совершить поворот, но при этом малейшие непредвиденные обстоятельства: небольшая неровность, изменение шероховатости покрытия, удар о препятствие — собьют робота с курса. Намного эффективнее робот действует, если будет знать, где поверхность черная, а где светлая.

Обнаружение черной линии

Обнаружить черную линию нам помогут электронные приборы, которые реагируют на изменение освещенности. Рассмотрим четыре таких прибора, наиболее применимых для решения поставленной задачи.

1. Фотодиод (рис. 9.2, а) в темноте ведет себя как обычный диод — пропускает электрический ток только в одном направлении, а при освещении генерирует небольшой ток даже без источника питания. При обратном включении фотодиода он, при достижении освещенностью определенного уровня, начинает пропускать электрический ток в обратном направлении — это позволяет использовать фотодиоды в качестве датчиков наличия освещенности.

Схемы обратного включения фотодиодов приведены на рис. 9.2, б и в. Сигнал снимается с выхода OUT, при этом для схемы 9.2, б наличие освещенности характеризуется высоким выходным сигналом, а для схемы 9.2, в — низким. Подобные схемы не позволяют измерять уровень освещенности, а лишь фиксируют ее наличие, что говорит о необходимости подключения их к цифровым портам, которые воспринимают только два вида сигналов: высокий — 1 и низкий — 0.

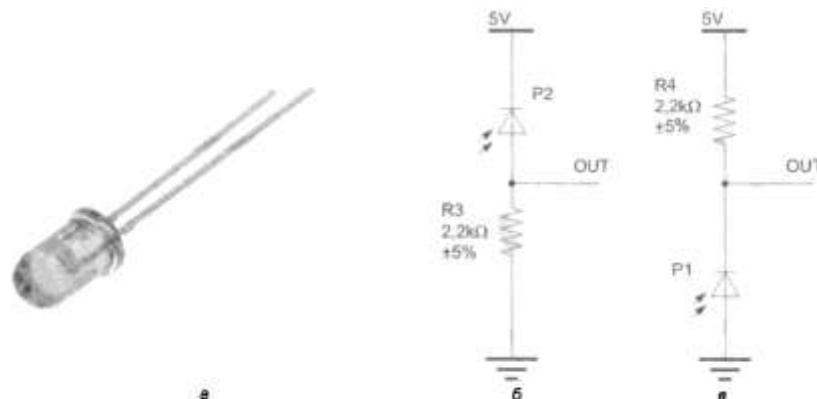


Рис. 9.2. Фотодиод (а) и схемы подключения фотодиода в качестве датчика наличия освещенности (б и в)

Чтобы фотодиод мог четко детектировать черную линию, нужно ее область подсветить, для чего, как правило, используется светодиод. Исходящий от него свет, отражаясь от светлой поверхности пола, попадает на фотодиод, вызывая в нем обратный ток. От черной же линии свет не отражается, что приводит к прекращению обратного тока фотодиода. Светодиод и фотодиод

размещаются над исследуемой поверхностью так, чтобы отраженный от нее свет светодиода попадал на фотодиод. При этом расстояние до поверхности должно быть в пределах 1-2 см.

Фотодиоды и светодиоды производятся для разных спектров света, в том числе и невидимого, — например, инфракрасного диапазона.

2. Фоторезистор (рис. 9.3, а) под действием света изменяет свое сопротивление. При отсутствии освещения его сопротивление находится в пределах 1-200 МОм, а при освещении — уменьшается на несколько порядков. При этом фоторезистор имеет линейную зависимость сопротивления от освещенности, вследствие чего с его помощью удобно измерять освещенность в помещении.

Недостатками фоторезистора можно назвать достаточно высокое сопротивление и инертность — он не реагирует на изменение освещенности с частотой выше 1 кГц. Но при небольших скоростях движения робота использовать его все-таки можно. Схемы подключения фоторезистора приведены на рис. 9.3, б и в. Подсветка фоторезистора светодиодом и размещение их над исследуемой поверхностью организуются таким же образом, как и в случае применения фотодиода.

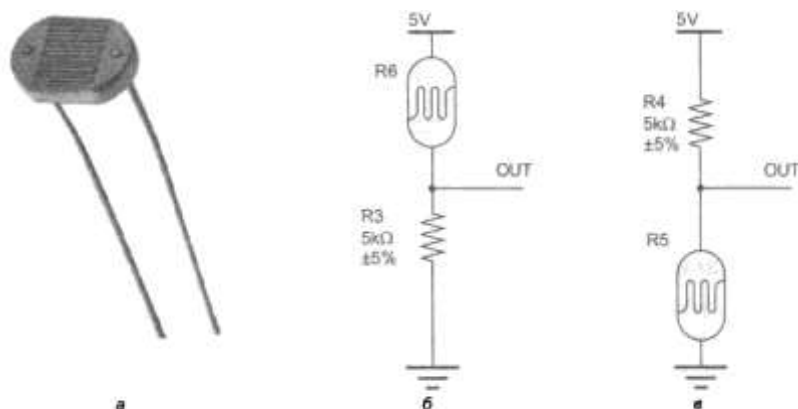


Рис. 9.3. Фоторезистор (а) и схемы подключения фоторезистора в качестве датчика освещенности (б и в)

3. Фототранзистор (рис. 9.4, а) не только преобразует световой поток в электрический ток, подобно фотодиоду или фоторезистору, но и многократно его усиливает. Визуально фототранзисторы могут не отличаться от фотодиодов, но подключаются и работают иначе. Схемы подключения фототранзисторов приведены на рис. 9.4, б и в. Основным преимуществом фототранзистора, как аналогового датчика, перед фотодиодом, представляющим собой пороговый, или цифровой, датчик, является возможность измерения уровня освещенности, что позволяет при определении цвета объекта фиксировать тона и полутона. Для этого следует подключать аналоговый выход OUT фототранзистора к аналоговым входам контроллера Arduino (АО-А5 или АО-А7 — в зависимости от модели контроллера). При этом робот должен будет экспериментально замерить уровень освещенности на белом фоне и уровень освещенности на черной линии, а затем проанализировать полученные значения в программе.

Подсветка фототранзистора светодиодом и размещение их над исследуемой поверхностью организуются таким же образом, как и в случае применения фотодиода.

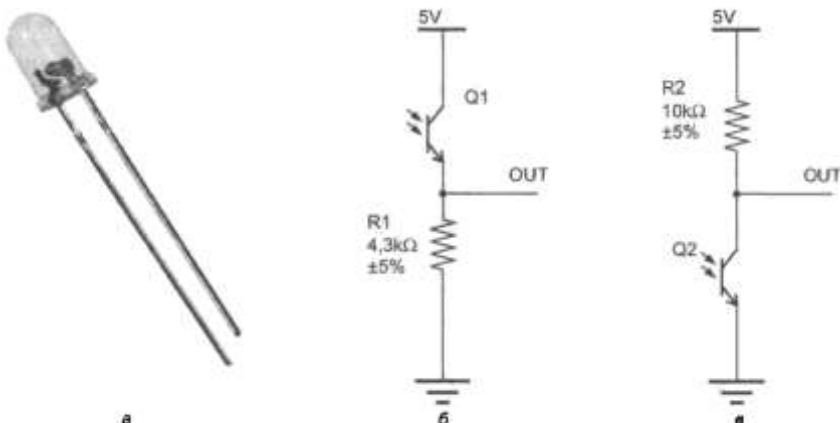


Рис. 9.4. Фототранзистор (а) и схемы подключения фототранзистора в качестве датчика освещенности (б и в)

4. В инфракрасном датчике TCRT 5000 (рис. 9.5) использована готовая связка инфракрасного светодиода и фототранзистора. На его выходах можно получать как аналоговый, так и цифровой сигналы:

- *цифровой выход* датчика можно использовать для определения наличия черной линии, при этом его чувствительность настраивается переменным резистором;
- *на аналоговом выходе* датчика интенсивность отраженного сигнала зависит от типа и цвета поверхности, что также можно использовать для выявления наличия черной линии. При этом надо будет экспериментально замерить уровень освещенности на белом фоне и уровень освещенности на черной линии, а затем проанализировать полученные значения в программе.



Рис. 9.5. Инфракрасный датчик отражения TCRT 5000: а — лицевая сторона; б — обратная

Цифровой выход датчика TCRT 5000 обозначен на плате D0, а аналоговый — A0. Цифровой выход подключается к цифровому порту Arduino D0-D13, а аналоговый — к аналоговому A0-A5/A7. Контакт VCC подключается к питанию 5 В, контакт GND — соответственно, к «земле».

На плате датчика расположены два светодиода: зеленый, информирующий о наличии линии, и красный, информирующий о наличии электропитания.

Аналоговые порты A0-A7 при программировании в среде Arduino IDE имеют номера 14-21. При этом порты A0-A5 могут работать как обычные цифровые порты. Порты A6 и A7 распаяны не на всех платах, и они могут работать только как порты аналогового ввода.

Вывод

Для определения наличия черной линии лучше всего использовать инфракрасный датчик отражения TCRT 5000 — как наиболее удобное и готовое решение. При этом воспользуемся цифровым выходом датчика, как наиболее простым с точки зрения обнаружения линии: для него в программе не потребуется анализировать уровень освещенности, а регулировка будет проходить на месте (трассе) подстройкой резистора.

Задание. Подключить к роботу и запрограммировать инфракрасный датчик черной линии.

Подготовка робота: установка датчиков

При движении по непрерывной линии двух датчиков — справа и слева относительно бампера робота — вполне достаточно, чтобы на этой линии удержаться. Датчики TCRT 5000, как правило, уже имеют припаянные контакты для разъемных соединений. Для подключения датчиков через сервисную плату потребуются провода с разъемами «мама-мама» (рис. 9.6).

Подсоединим провода к датчикам и прикрепим датчики на робота. Для настройки чувствительности доступ к подстроечным резисторам датчиков должен быть свободным. Если по конструктивным особенностям вашего робота доступ не возможен, следует настроить датчики заранее, для чего подключить их к питанию, установить на рабочее расстояние над черной линией/белым фоном и добиться четкого срабатывания, подкладывая под датчики черные и белые листы.

Итак, крепим датчики к нижней панели робота 3-мм винтом с гайкой (рис. 9.7, а), предварительно проложив провода до платы Arduino Sensor Shield (рис. 9.7, б).

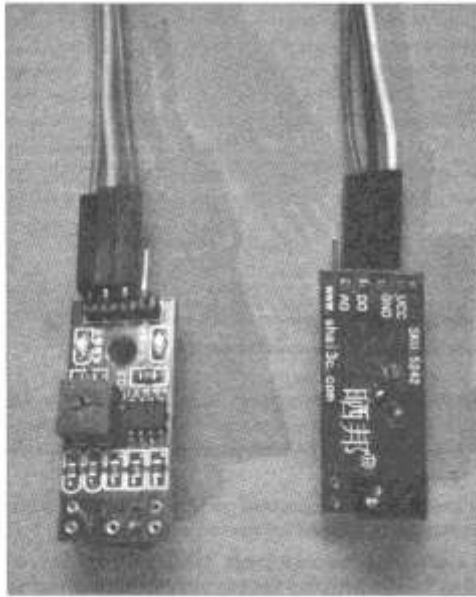


Рис. 9.6. Пара датчиков TCRT 5000, готовых к установке на робота

Датчики должны получить электропитание 5 В и соединение с двумя цифровыми выводами Arduino. Воспользуемся для этого двумя оставшимися свободными портами D8 и D9 — для правого и левого датчика соответственно (рис. 9.8).

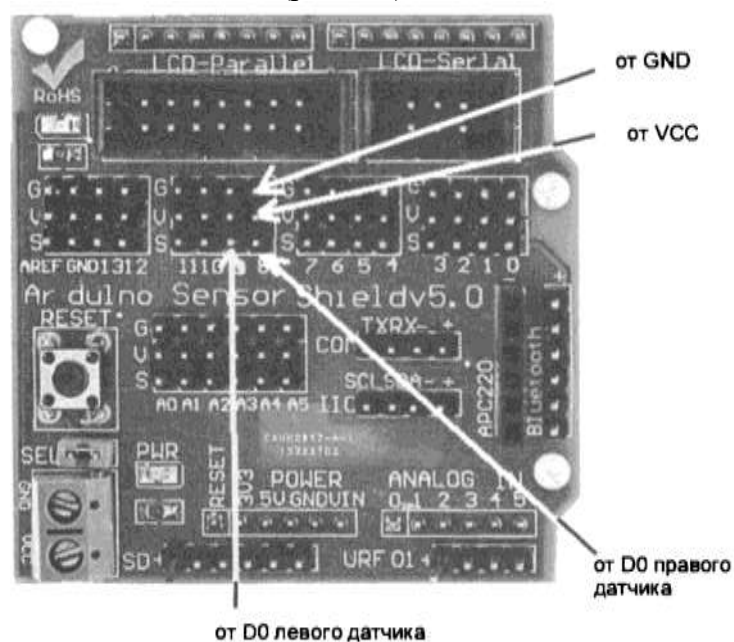


Рис. 9.8. Порядок подключения датчиков TCRT 5000 к Arduino Sensor Shield v5.0

После того как датчики подключены, желательно провести тестирование правильности их подключения к роботу. Для этого следует:

1. Загрузить в работающую программу из листинга 9.1.
2. Включить питание.
3. Запустить монитор порта.
4. Подкладывая под датчики робота черные и белые листы, проследить изменение состояния датчиков на экране компьютера по монитору порта Arduino.

Если состояние портов изменяется адекватно с цветом листов, значит, датчики подключены верно.

Листинг 9.1. *Тестовая программа проверки подключения датчиков линии*

// Переменные с номерками пинов, к которым подключены датчики.

```
int left_sensor_line = 9;
```

```
int right_sensor_line = 8;
```

```
void setup ()
```

```
{
```

```
// Перевод пинов в состояние ввода данных.
```

```
pinMode(left_sensor_line, INPUT);
```

```
pinMode(right_sensor_line, INPUT);
```

```
// Устанавливаем скорость порта связи с ПК.
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
// Основная программа.
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
Serial.print("Left sensor = ");
```

```
Serial.println(digitalRead(left_sensor_line));
```

```
Serial.print("Right sensor = ");
```

```
Serial.println(digitalRead(right_sensor_line));
```

```
Serial.println("=====");
```

```
delay(500);
```

```
}
```

Теперь рассмотрим алгоритм, которого необходимо придерживаться при следовании по извилистой линии (рис. 9.9). Считаем, что в начале движения линия находится между правым и левым датчиком, т. е. робот установлен на линию. Пока оба датчика показывают состояние «светлый фон», робот будет ехать прямо. Если левый датчик показал «черный фон», робот должен повернуть налево. Если правый датчик показал «черный фон», робот должен повернуть направо.

Робот довольно тяжелый и может по инерции проскочить поворот и сбиться с линии. Поэтому следует отрегулировать скорость его движения, для чего в программу добавлены периодические остановки робота. Кроме регулировки скорости, подобные микроостановки позволяют более точно снимать показания с датчиков.

Программа движения робота с учетом указанных обстоятельств приведена в листинге 9.2.

Периоды работы двигателей и остановок следует подобрать экспериментально, поскольку они должны быть различными для разных моторов и массы робота.

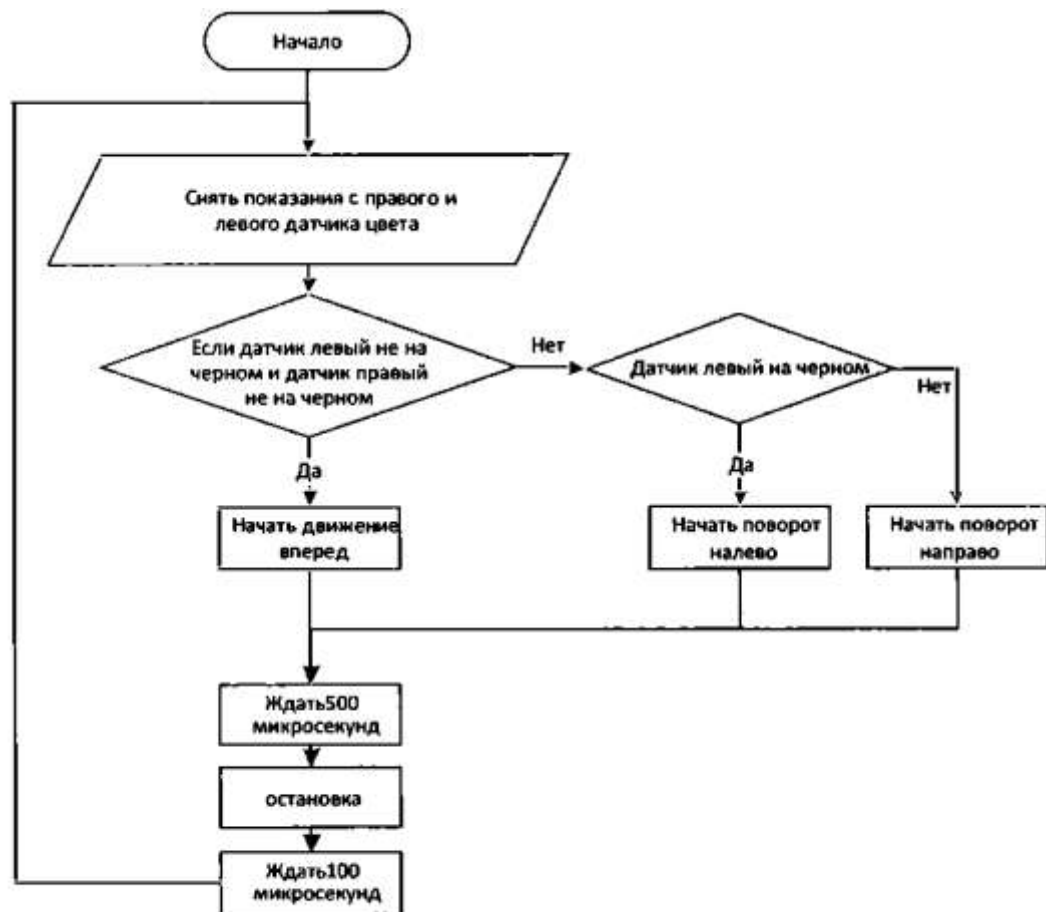


Рис. 9.9. Простейший алгоритм движения по черной линии

Листинг 9.2. Движение робота по черной линии

```

#include "rmotor.h" unsigned long _time;
//=====================================================
int left_sensor_line = 9; int right_sensor_line = 8;
//=====================================================
void setup()
{
  // Переменные - номера контактов (пинов) Arduino.
  // Для левых и правых моторов машинки.
  setup_motor_system(2, 3, 4, 5);
  _stop();
  // Двигатели остановлены.
  // Сенсорные пины переводим в состояние ввода данных.
  pinMode(left_sensor_line, INPUT);
  pinMode(right_sensor_line, INPUT);
  _time = millis();
  // Устанавливаем скорость порта связи с ПК.
  Serial.begin(9600);
}
// Основная программа. void loop()
{
  while (true)
  {
    bool ls = digitalRead(left_sensor_line);
    bool rs = digitalRead(right_sensor_line);
    // Serial.println(ls);
    // Serial.println(rs);
  }
}
  
```

```

// Serial.println("=====");
// delay(500);
// Готов к приему.
if ((!ls) && (!rs))
{
  forward();
}
else
{
  if (ls)
  {
    left ();
  }
  else
  {
    right();
  }
}
delayMicroseconds(500);
_stop ();
delayMicroseconds(100);
}
}

```

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие № 49.

Оснащение робота дальномером

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом, обеспечивающую определение расстояний до препятствий.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Чтобы робот мог определять расстояния до препятствий, причем в разных направлениях (а это может потребоваться при их объезде), мы оснастим его распространенным, простым и

надежным ультразвуковым дальномером HC-SR04 (рис. 10.1), установив его на сервомотор с углом поворота 0-180 градусов.

В этой задаче мы задействуем на плате Arduino три свободных порта: один для управления сервоприводом и два для определения расстояния посредством датчика HC-SR04.

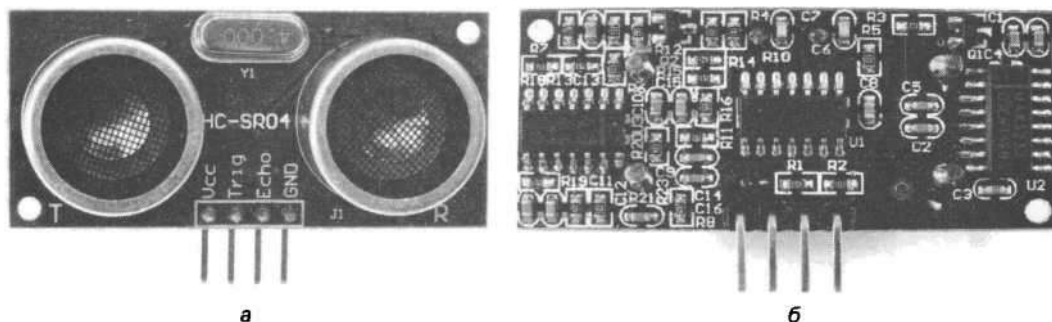


Рис. 10.1. Ультразвуковой дальномер HC-SR04: а — вид спереди; б — вид сзади

Схема подключения

Монтажная схема подключения дальномера и поворотного сервомотора к плате Arduino без использования коммутационной платы Arduino Sensor Shield v5.0 приведена на рис. 10.2.

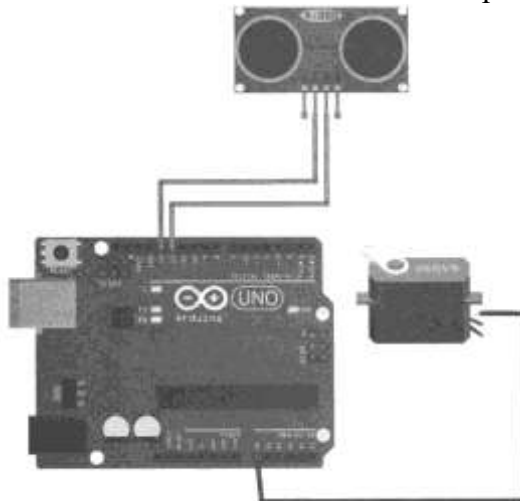


Рис. 10.2. Монтажная схема подключения сервомотора и дальномера

Питание 5 вольт для сервомотора и дальномера следует взять с контакта +5V платы драйвера двигателей (рис. 10.3).

Под дальномер HC-SR04 на плате Arduino будут заняты два порта: D 13 (Trig) и D 12 (Echo). Управление сервомотором, поворачивающим голову, будет производиться с порта A0 платы Arduino. Порт A0 хоть и является аналоговым, но позволяет работать и в цифровом (двоичном) режиме ввода/вывода, что и требуется в данном случае.

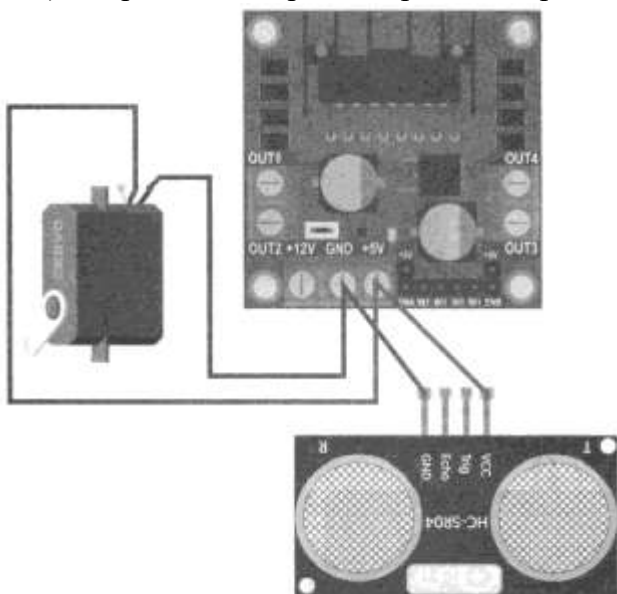


Рис. 10.3. Монтажная схема цепей питания сервомотора и дальномера

При использовании Arduino Sensor Shield v5.0 (рис. 10.4) потребуется четыре коммутационных провода с разъемами «мама-мама» для подключения дальномера, сервомотор же не нуждается в дополнительных проводах, поскольку его стандартная колодка как раз подходит к контактам коммутационной платы. Но стоит обратить внимание на то, чтобы не перевернуть колодку в обратную сторону, перепутав G (GND) и S (Signal), — это может привести к порче либо мотора, либо контроллера Arduino.

Задание. Создайте скетч с программой измерения расстояния с помощью ультразвукового датчика и выводом результатов на монитор порта

Измерение расстояния

Ультразвуковой дальномер посылает импульс, этот импульс отражается от препятствия и возвращается через некоторое время. Время между импульсом и его возвратом, умноженное на скорость звука и поделенное на два, даст расстояние.

Выделим для работы с ультразвуковыми функциями отдельный файл — это позволит не путаться в функциях и быстро находить нужное, дадим ему имя `sonar.h` (листинг 10.1). Объявим в этом файле две глобальные переменные: `Trig` и `Echo` — для хранения номеров портов подключения одноименных контактов дальномера. Там же создадим функцию `sonar_init(int Tr, int Ec)`, которая будет запоминать значения портов для входов дальномера и задавать им требуемые режимы работы. Измерением займется функция `int Sonar(unsigned long Limit)` — она будет обращаться к

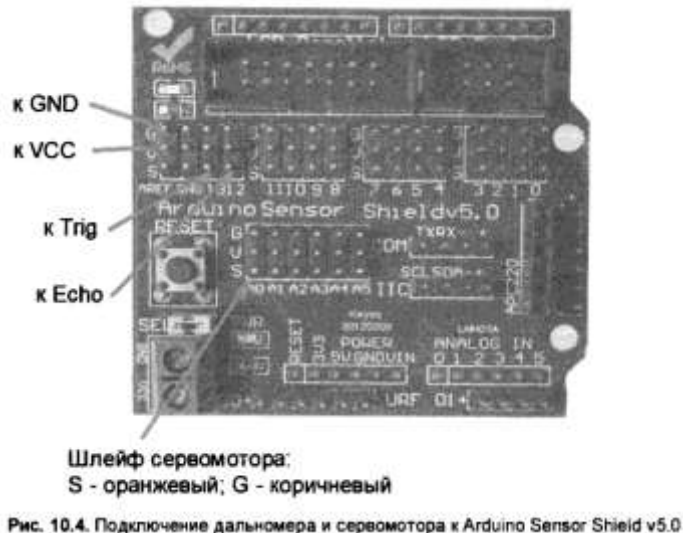


Рис. 10.4. Подключение дальномера и сервомотора к Arduino Sensor Shield v5.0

сонару и по его данным вычислять расстояние до препятствия. У этой функции всего один входной параметр, влияющий на время ожидания отражения от препятствия, — это максимальное измеряемое расстояние в сантиметрах, при превышении которого функция будет возвращать 0. Ограничение измеряемого расстояния позволит ускорить работу функции, иначе она может ждать возврата ультразвукового эха от препятствия целую секунду.

Файл `sonar.h` следует скопировать в рабочий каталог текущей программы и подключить инструкцией `#include "sonar.h"`.

Листинг 10.1. Содержимое файла `sonar.h`

```
// Номера пинов сонара. int Trig; int Echo;
//=Режим пинов/портов =====
Sonar_init(int Tr, int Ec)
{
    Trig=Tr;
    Echo=Ec;
    // Задаем режим работы пинов.
    pinMode (Trig, OUTPUT);
    pinMode (Echo, INPUT) ;
}
//= Измерение расстояния =====
int Sonar(unsigned long Limit)
{
    int Long_cm;
    // Переводим лимит из сантиметров в относительные величины (микросек.) unsigned long
    Lim=Limit*58;
    // Генерируем импульс
    digitalWrite(Trig, LOW);
    delayMicroseconds(2) ;
    digitalWrite(Trig, HIGH);
    delayMicroseconds (10) ;
    digitalWrite(Trig, LOW);
    // Ждем отражения импульса.
```

```

// Пересчитываем время в расстояние (по скорости звука).
Long_cm = int(pulseIn(Echo, HIGH, Lim)/58);
// Если не дождалось отражения,
// присваиваем значение максимально измеряемому. if(Long_cm==0) return int(Limit); return
Long_cm;
}

```

Подключим сонар HC-SR04 к роботу, а робота — к компьютеру и протестируем возможности измерения расстояния. Для этого подойдет программа из листинга 10.2. В ней дальномеру назначаются порты 13 и 12, создается связь с ПК, а в основной программе с периодом 1,5 секунды измеряется расстояние до препятствия и полученное значение передается в порт ПК. В оболочке Arduino IDE следует открыть монитор порта, тогда в окне монитора будет отображаться расстояние (рис. 10.5). Максимальное измеряемое расстояние в примере — 300 см.

Листинг 10.2. Программа измерения расстояний

```

// Подключаем библиотеку, управляющую дальномером.
#include "sonar.h" void setup()
{
// Инициализируем дальномер Trig = 13, Echo = 12.
Sonar_init(13, 12);
// При инициализации задаем скорость порта для связи с ПК.
Serial.begin(9600); // start the serial port
}
void loop()
{
// В цикле loop отправляем значение,
// полученное с дальмера, в порт через 1,5 с.
// получаем дистанцию в сантиметрах с лимтом 300 см.
int prepyatstvie = Sonar(300);
Serial.print("Distance=");
// оформляем вывод.
Serial.print(prepyatstvie);
// выводим дистанцию.
Serial.println(" cm.");
// оформляем вывод.
delay(1500);
// приостанавливаем программу.
}

```

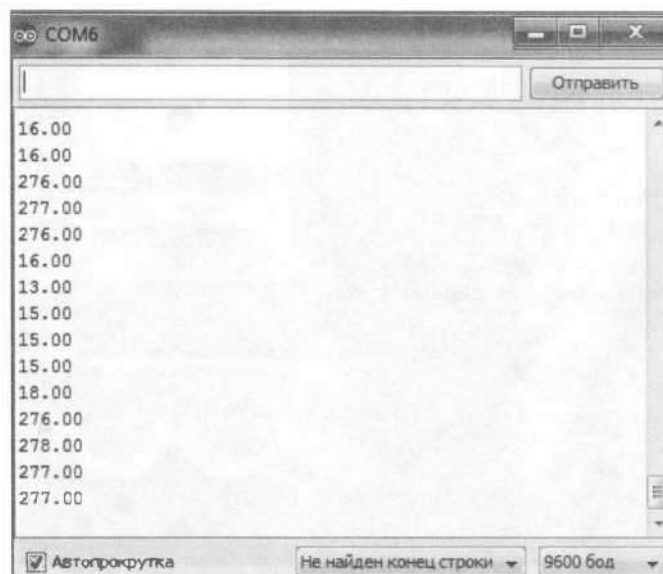


Рис. 10.5. Отображение измеренного расстояния в окне монитора порта

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие № 50.

Оснащение робота сервомотором

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом, обеспечивающую поворот верхней части робота с применением сервоприводов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

Сервомотор требуется, чтобы робот поворачивал голову на шее. Для работы с сервомоторами в Arduino IDE имеется отдельная библиотека, при помощи которой порт контроллера может генерировать программный ШИМ на любом порту (кроме А6 и А7) с частотой 50 Гц. Принцип работы контроллера в режиме генерации ШИМ с частотой 50 Гц, но для генерации ШИМ не требуются порты с аппаратной широтно-импульсной модуляцией, — подойдет любой цифровой порт, так как генерация ШИМ будет производиться программно. От длины положительного фронта импульса при широтно-импульсной модуляции зависит угол поворота сервомотора. Простейшая программа, реализующая поворот вала сервомотора в разные стороны, представлена в листинге 10.3. Вал поворачивается рывками по 10 градусов сначала в одну, а затем в другую сторону. Задействуются значения углов поворота от 10 до 170 градусов (большие или меньшие значения на простых сервомоторах могут привести к заклиниванию).

Берегите шестерни сервомоторов!

Сервомоторы SG90 имеют довольно хрупкие шестерни. Не следует с усилием вращать вал сервомотора руками — это может привести к разрушению шестерней! Сервомоторы с металлическими редукторами таких недостатков лишены.

Монтаж головы

Если голова еще не сидит на работе, то пора ее установить. Варианты крепления головы могут различаться, требуемые в нашем примере детали приведены на рис. 10.6: это сонар, сервомотор с крестообразным рычажком и крепежным винтом, пластина крепления сервомотора, четыре шестигранных стойки с гайками, конструкционные детали крепления сонара, четыре 3-мм винта и два 2-мм винта с гайками для крепления сервомотора.

Установку головы следует проводить в следующем порядке:

- 1) Установим четыре шестигранных стойки и закрепим их снизу гайками, как показано на рис. 10.7.

- 2) Вставим сервомотор в прямоугольное отверстие пластины крепления сервомотора и зафиксируем двумя 2-мм винтами с гайками.
- 3) Пластину с сервомотором закрепим на стойках четырьмя 3-мм винтами.
- 4) Сонар HC-SR04, установленный на серводвигатель, показан на рис. 1 0.8.
- 5) На нижнюю пластину крепления сонара наложим сверху две детали: пластину с крестообразным вырезом и уголок с круглыми отверстиями для сонара; зафиксируем каждую деталь двумя винтами М3 с гайками.



Рис. 10.6. Детали для сборки головы

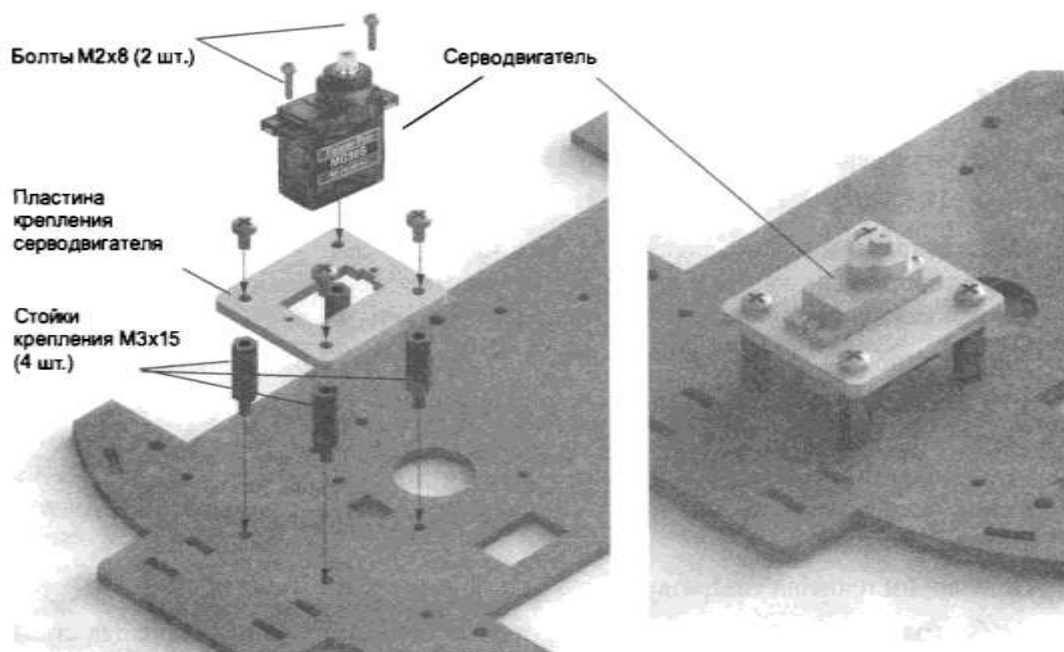


Рис. 10.7. Установка сервомотора

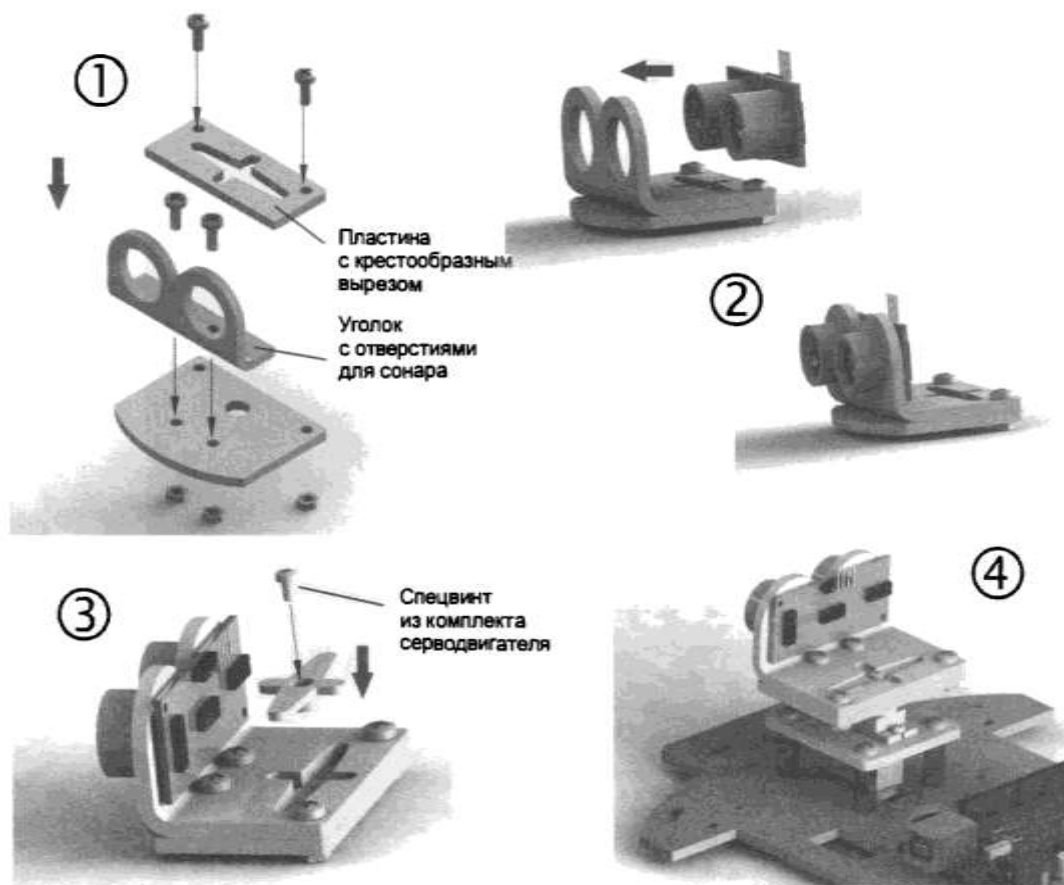


Рис. 10.8. Установка головы на робота

Программно (песк.write (90) ;) установим сервомотор в среднее положение (листинг 10.4).

Закрепим собранную конструкцию на оси сервомотора спецвинтом из комплекта серводвигателя. После программной установки сервомотора в среднее положение голову следует установить ровно в центральное положение (робот должен смотреть вперед).

Подключим провода ультразвукового дальномера к плате Arduino (рис. 10.9).

Чтобы голове ничего не мешало вращаться, стянем болтающиеся провода стяжками. Стянутые в пучки провода реже подвергаются изгибам и реже переламываются. Теперь робот готов (рис. 10.10).

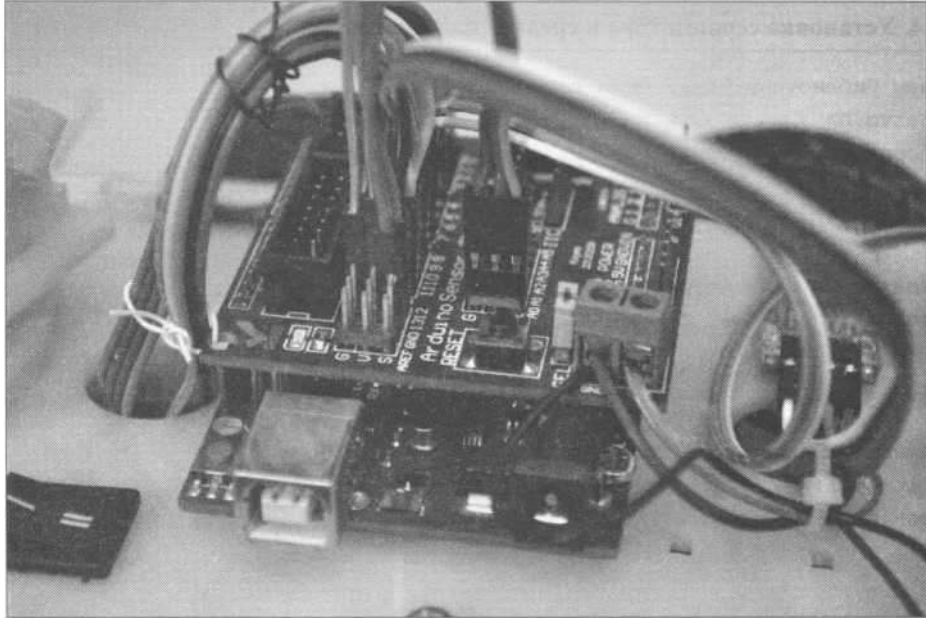


Рис. 10.9. Подключение проводов дальномера HC-SR04 к плате Arduino Sensor Shield v5.0

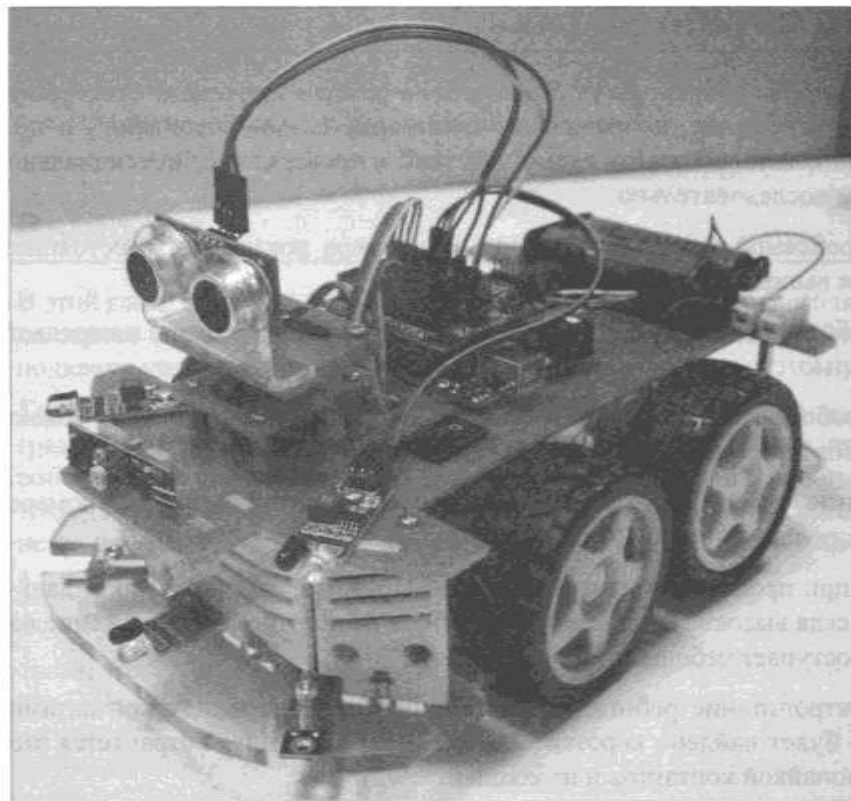


Рис. 10.10. Робот с установленной головой

Задание 1. Создайте скетч с программой управления сервоприводом для верхней части робота.

Листинг 10.3. *Программа поворота головы робота в разные стороны*

```
// Подключаем библиотеку управления сервомоторами.
#include <Servo.h>
// Создаем сервомотор поворота головы.
Servo neck; void setup()
{
// Инициализируем сервомотор, управление 14-м портом. neck.attach(14);
}
void loop()
{
int i;
// Создаем цикл для равномерного поворота сервомотора. for(i=10; i<=170; i=i+10)
{
// Поворачиваем вал на угол i. neck.write(i) ;
// приостанавливаем программу. delay(100) ;
}
// Возвращаем голову назад. for(i=170; i>=10;i=i-10)
{
// Поворачиваем вал на угол i.
neck.write(i) ;
// приостанавливаем программу.
delay(100);
}
}
```

Листинг 10.4. *Установка сервомотора в среднее положение*

```
// Подключаем библиотеку управления сервомоторами.
#include <Servo.h>
// Создаем сервомотор поворота головы.
Servo neck;
void setup()
{
//Инициализируем сервомотор, управление 9-м портом.
neck.attach(9) ;
}
void loop()
{
// Поворачиваем вал на угол 90. neck.write(90) ;
// приостанавливаем программу.
delay(100);
}
```

Возможные проблемы

Неисправности во время сборки могут возникать по разным причинам: отсутствие внимания, плохое освещение, неправильное понимание схемы соединений и пр. Главное — не паниковать, составить схему действий и проверять все потенциально неисправные узлы последовательно.

Так, основной проблемой может стать отказ датчика показывать расстояние. Для ее устранения выполните следующие шаги:

- 1) Загрузите в робота программу, которая только определяет расстояние и передает его в порт компьютера (см. листинг 10.2).
- 2) Подключите робота к компьютеру, в Arduino IDE откройте порт. Как можно видеть, через порт поступают нулевые значения.
- 3) При включенном роботе проверьте наличие электропитания на датчике HC-SR04 (между контактами Vcc и GND).
- 4) Скорее всего, при проведении измерений вы обнаружите, что на контакте датчика Trig всегда высокое напряжение, чего быть не должно, — напряжение на этот контакт поступает небольшими импульсами.
- 5) Отключив электропитание робота, измерьте сопротивление между контактами VCC и Trig — будет найдено короткое замыкание (рис. 10.11). Устраняется это тщательной пропайкой контактов и изоляцией.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие № 51.

Движение робота с объездом препятствий

Цель работы: научиться разрабатывать программу управления роботом, обеспечивающую заданное движение робота с возможностью объезда препятствий.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение:

1. Компьютер с лицензионным программным обеспечением для программирования МК.
2. Мультимедиа проектор.
3. Робототехнический набор

Теоретические сведения.

После устранения явных неисправностей следует перейти к проверке правильности работы и тонкой настройке основных функций робота. Для этого подойдет программа, которая позволяет роботу объезжать препятствия.

Придумаем простой и понятный алгоритм объезда препятствий:

- 1) Вращаем головой и измеряем расстояние до препятствий слева, справа и впереди.
- 2) Сравниваем расстояния, выбираем наибольшее.
- 3) Туда и едем.
- 4) Если ехать нельзя, тупик — разворачиваемся.

5) Подробная схема алгоритма приведена на рис. 11.1.

Следует заметить, что наша программа не является идеальной программой обхода препятствий — в частности, ее эффективность зависит от размеров робота. В программу заложено условие, разрешающее движение, если расстояние до препятствия превышает 10 см. Попробуйте это расстояние увеличить до 20-30 см. Подойдите к процессу тестирования робота и программирования его настроек творчески!

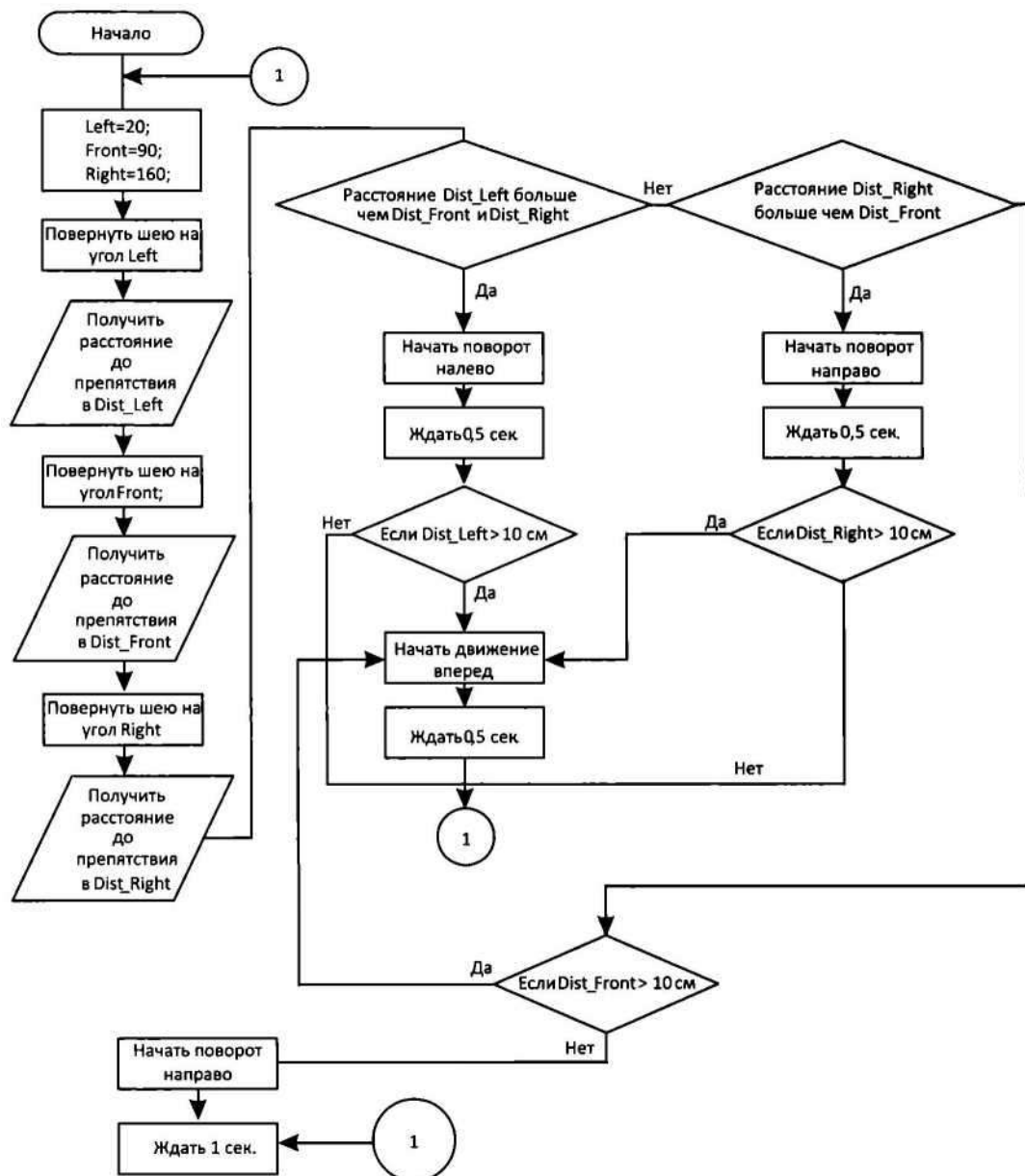


Рис. 11.1. Алгоритм программы обхода препятствий роботом

Задание. Реализуйте программно алгоритм движения, приведенный на рис. 11.1

Листинг 11.1. Программа обхода препятствий роботом

// Подключаем библиотеку управления сервомоторами.

#include <Servo.h>

// Подключаем библиотеку, управляющую моторками.

#include "motor.h"

// Подключаем библиотеку, управляющую датчиком.

#include "sonar.h"

// Создаем сервомотор поворота головы.

Servo neck;

// Константы - постоянные значения для уточнения углов.

const int left_ang = 168;

const int front_ang = 98;

const int right_ang = 28;

```

// Временные константы служат для точного задания времени на поворот,
// разворот, движение вперед
// в миллисекундах.
const int time_90 = 390;
const int time_180 = 750;
const int time_10cm = 220; void setup()
{
// Инициализируем дальномер Trig = 13, Echo = 12.
Sonar_init(13, 12);
// Инициализируем сервомотор, управление 9-м портом.
neck.attach(14);
// Переменные - номера контактов (пинов) Arduino.
// Для левых и правых моторов машинки.
setup_motor_system(2, 3, 4, 5);
stop(); //Двигатели остановлены.
}
// Основная программа.
void loop()
{
stop();
// Создаем переменные для хранения трех дистанций - слева, впереди, справа.
int Dist_left, Dist_front, Dist_right;
// Поворачиваем голову налево.
neck.write(left_ang);
// Ждем, т. к. поворот занимает небольшое время.
delay(150);
// Записываем расстояние до препятствия слева.
Dist_left = Sonar(400);
// Поворачиваем голову прямо вперед.
neck.write(front_ang);
// Ждем, т. к. поворот займет небольшое время.
delay(150);
// Записываем расстояние до препятствия впереди.
Dist_front = Sonar(400);
// Поворачиваем голову направо.
neck.write(right_ang);
// Ждем, т. к. поворот займет небольшое время.
delay(150);
// Записываем расстояние до препятствия впереди.
Dist_right = Sonar(400);
neck.write(left_ang);
// Если расстояние до препятствия слева наибольшее
if ((Dist_left > Dist_front) && (Dist_left > Dist_right))
{
left(); // поворачиваем налево 0,5 секунд.
delay(time_90);
if (Dist_left > 10)
{
forward(); // едем вперед 0,5 секунды.
delay(time_10cm);
}
}
}

```

```

}
}
else
{
if (Dist_right > Dist_front)
{
right(); // поворачиваем направо 0,5 секунд. delay(time_90);
if (Dist_right > 10)
{
forward(); // едем вперед 0,5 секунды.
delay(time_10cm);
}
else
{
if (Dist_front > 10)
{
forward(); // едем вперед 0,5 секунды. delay(time_10cm);
}
else
{
right(); // разворачиваемся. delay(time_180);
}
}
}
}
}

```

Отладка программы

Для тонкой настройки программы потребуется экспериментально определить ряд значений: Значения углов поворота сервомотора для прямого, правого и левого взглядов.

Довольно сложно установить голову на вал точно прямо, но можно экспериментально подобрать и задать в программе нужный угол. Правый и левый повороты — это поворота головы направо и налево на 60-75 градусов, чего достаточно, чтобы робот смог определить расстояние до препятствия справа и слева соответственно. Высокая точность здесь не нужна, поскольку луч сонара довольно широкий, — около 30 градусов. Поверните сервомотор программно на 90 градусов. Если при этом робот смотрит прямо, примите значение угла для прямого взгляда front_ang равным 90 градусов. В противном случае уточните значение front_ang экспериментально.

Значения времени, за которые робот поворачивает на 90 градусов и на 180 градусов.

Здесь экспериментально определяется время, за которое робот выполняет эти движения. На разных типах поверхности это время может быть различным.

Время, за которое с места робот проезжает 10 сантиметров.

Полученные значения заносятся в программу как константы с интуитивно понятными названиями (табл. 11.1).

Значения функции loop (), содержащей основные действия программы из листинга 11.1, можно для своего робота уточнить, если удалить из этой функции все строки, а затем поочередно вставлять в нее строки, представленные в 4-м столбце табл. 11.1. Изменяя в программе значения указанных параметров, нужно добиться удовлетворительного результата.

Например, если команда neck.write (front_ang) приводит к тому, что робот смотрит немного вбок, то следует, понемногу увеличивая или уменьшая значение const int front_ang=90, добиться того, чтобы робот смотрел прямо. Полученное значение может отличаться от 90, и его следует запомнить и применить в программе. Аналогично надо поступить для поворота головы влево и вправо.

Для поворотов робота на 90 градусов нужно определить время, за которое робот совершает поворот на указанный угол. Стоит заметить, что это время будет отличаться для разного вида поверхностей, по которым движется робот. Если робот поворачивается на угол больший, чем 90°, следует это время уменьшать, а если угол поворота мдл, то увеличивать. В программе используется поворот на 90 градусов, но можно применять и меньшие значения углов.

Время движения вперед/назад на заданное расстояние определяется аналогично. В программе это расстояние задано величиной 10 см, но вы можете его увеличить.

Таблица 11.1. Переменные и константы для программы обхода препятствий

№ п.п.	Переменная или константа	Назначение	Содержимое функции loop ()
1.	left_ang	Угол поворота сервопривода головы робота для поиска препятствий слева — 70° от прямого положения	neck.write(left_ang); delay(1000);
2.	front_ang	Угол поворота сервопривода головы робота для поиска препятствий прямо по ходу робота	neck.write(front_ang); delay(1000);
3.	right_ang	Угол поворота сервопривода головы робота для поиска препятствий справа — 70° от прямого положения	neck.write(right_ang); delay(1000);
4.	time_90	Время, за которое робот поворачивает на 90° из состояния покоя	left(); delay(time_90); _stop(); delay(10000);
5.	time_180	Время, за которое робот поворачивает на 180° из состояния покоя	left(); delay(time_180); _stop(); delay(10000);
№ п.п.	Переменная или константа	Назначение	Содержимое функции loop ()
6.	time_10cm	Время, за которое робот из состояния покоя преодолевает расстояние 10 см и полностью останавливается	forward(); delay(time_10cm); _stop(); delay(10000);

Проверку правильности функционирования робота рекомендуется производить в следующем порядке:

- 1) Снять с робота колеса.
- 2) Загрузить программу из листинга 11.1 и дополнить ее следующими тестовыми командами согласно листингу 11.2 (требуемые изменения в листинге 11.2 выделены полужирным шрифтом):
- 3) в разделе setup () организовать вывод в порт;
- 4) в основной программе loop () вставить в интересующих нас местах вывод служебной информации.
- 5) Запрограммировать робота и оставить его соединенным кабелем с ПК.
- 6) В Arduino IDE открыть окно Монитор порта.
- 7) Создавая перед роботом различные варианты препятствий, соответствующие определенной ситуации в программе, проверить правильность реакции робота по выводу сообщений в окно Монитор порта и по вращению колес, — робот при этом будет выдавать в порт расстояния до препятствий и этапы работы программы (какой блок выполняется).
- 8) Если робот действует не верно, проанализировать его работу и внести в программу необходимые правки.

Можно также скорректировать время, которое требуется роботу для поворота головы (в листинге 11.2 это время сильно увеличено до 1,5 сек.), — этого времени должно быть достаточно для поворота головы, но не приводить к простою робота. В то же время, если голова еще

вращается, а робот уже начал измерять расстояние до препятствия, результат измерения окажется неверным.

Листинг 11.2. *Отладочная (неполная) программа обхода препятствий с выводом в порт*

```
// Отладочная программа
void setup()
{
  // Инициализируем дальномер Trig = 13, Echo = 12.
  Sonar_init(13, 12);
  // Инициализируем сервомотор, управление 9-м портом.
  neck.attach(14);
  // Переменные - номера контактов (пинов) Arduino.
  // Для левых и правых моторов машинки.
  setup_motor_system(2, 3, 4, 5);
  _stop(); // Двигатели остановлены.
  Serial .begin(9600);
}
// Основная программа.
void loop()
{
  stop();
  // Создаем переменные для хранения трех дистанций - слева, впереди, справа.
  int Dist_left, Dist_front, Dist_right;
  // Поворачиваем голову налево.
  neck.write(left_ang);
  // Ждем, т. к. поворот занимает небольшое время.
  delay(1500);
  // Записываем расстояние до препятствия слева.
  Dist_left = Sonar(400);
  Serial.print("Dist_left="); // оформляем вывод.
  // выводим дистанцию.
  Serial.print("Dist_left=") ;
  Serial.println(" cm") ; // оформляем вывод.
  // приостанавливаем программу.
  delay(500);
  // Поворачиваем голову прямо вперед.
  neck.write(front_ang);
  // Ждем, т. к. поворот занимает небольшое время.
  delay(1500) ;
  // Записываем расстояние до препятствия впереди.
  Dist_front = Sonar(400);
  Serial .print ("Dist_front=") ; // оформляем вывод.
  // выводим дистанцию.
  Serial.print(Dist_front);
  Serial.println(" cm"); //вывод.
  // приостанавливаем программу.
  delay(500);
  // Поворачиваем голову направо.
  neck.write(right_ang);
  // Ждем, т. к. поворот занимает небольшое время.
  delay(1500);
```



```

// Записываем расстояние до препятствия впереди.
Dist_right = Sonar(400);
Serial.print("Dist_right=") ; // оформляем вывод
// выводим дистанцию.
Serial .print (Dist_right) ;
Serial.println(" cm"); // оформляем вывод.
// приостанавливаем программу.
delay(500);
neck.write(front_ang);
// оформляем вывод.
Serial.println(" _____ ");
// Если расстояние до препятствия слева наибольшее.
if ((Dist_left > Dist_front) && (Dist_left > Dist_right))
{
// оформляем вывод.
Serial. println (" (Dist_left>Dist_front) && (Dist_left>Dist_right) POVOROT LEFT") ;
// приостанавливаем программу.
delay(500);
left(); // поворачиваем налево 0,5 секунд.
delay(time_90);
if (Dist_left > 10)
{
// оформляем вывод.
Serial.println(" Dist_left>10   VPERED 0.5 SEC");
// приостанавливаем программу.
delay(500);
forward(); // едем вперед 0,5 секунды. delay(time_10cm);
}
}
else
{
if (Dist_right > Dist_front)
{
// оформляем вывод.
Serial.println(" Dist_right>Dist_front POVOTOROT RIGHT") ;
// приостанавливаем программу.
delay(500);
right(); // поворачиваем направо 0,5 секунд.
delay(time_90); if (Dist_right > 10)
{
// оформляем вывод.
Serial. println (" Dist_right>10   VPERED 0.5 SEC") ;
// приостанавливаем программу.
delay(500);
forward(); // едем вперед 0,5 секунды.
delay(time_10cm);
}
}
}
else
{

```

```

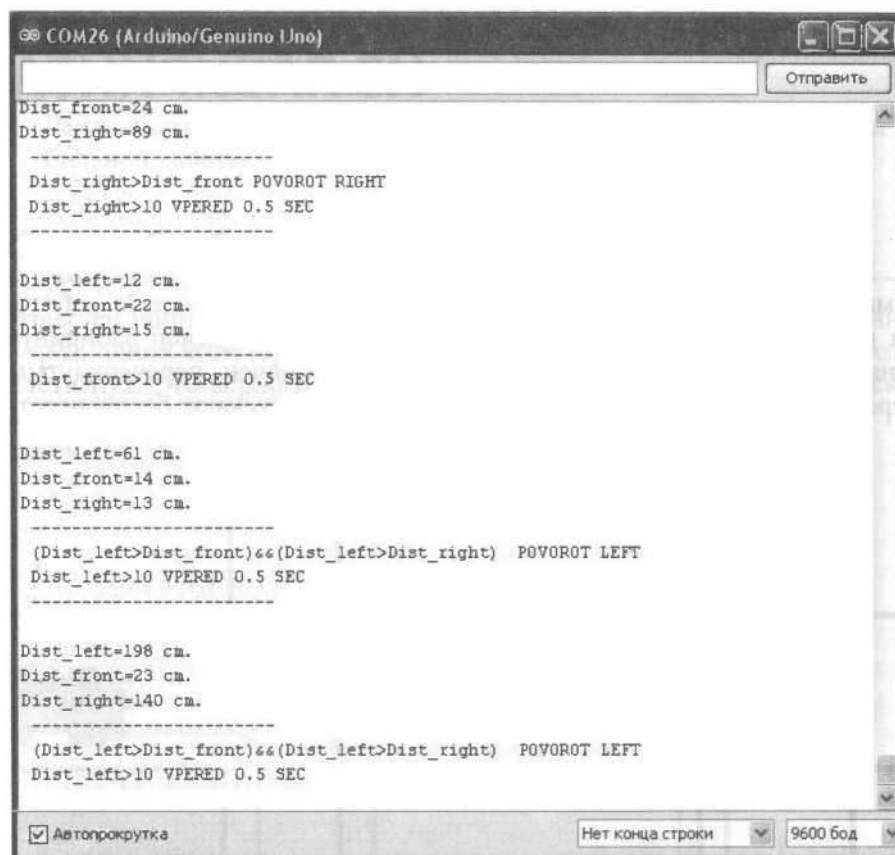
if (Dist_front > 10)
{
// оформляем вывод.
Serial.println(" Dist_front>10 VPERED 0.5 SEC");
// приостанавливаем программу.
delay(500);
forward(); // едем вперед 0,5 секунды. delay(time_10cm) ;
}
else
{
// оформляем вывод.
Serial.println(" right *****RAZVOROT*****") ;
// приостанавливаем программу.
delay(500);
right(); // разворачиваемся. delay(time_180);
}
)
}
}

```

Пример вывода сообщений в окно монитора приведен на рис. 11.2.

Здесь наглядно видно, что когда слева 12 см, прямо 22 см, а справа 15 см, то самое большое расстояние впереди (и оно больше 10 см), и, соответственно, выполняется команда «Ехать вперед». Удостоверьтесь, что при этом моторы действительно вращаются вперед.

Когда же слева 61 см, прямо 14 см, а справа 13 см, то самое большое расстояние слева (и оно больше 10 см), и, соответственно, выполняются команды «Повернуть влево» и «Ехать вперед». Удостоверьтесь, что при этом моторы вращаются согласно командам.



```
COM26 (Arduino/Genuino Uno)

Dist_front=24 cm.
Dist_right=89 cm.
-----
Dist_right>Dist_front POVOROT RIGHT
Dist_right>10 VPERED 0.5 SEC
-----

Dist_left=12 cm.
Dist_front=22 cm.
Dist_right=15 cm.
-----
Dist_front>10 VPERED 0.5 SEC
-----

Dist_left=61 cm.
Dist_front=14 cm.
Dist_right=13 cm.
-----
(Dist_left>Dist_front)&&(Dist_left>Dist_right) POVOROT LEFT
Dist_left>10 VPERED 0.5 SEC
-----

Dist_left=198 cm.
Dist_front=23 cm.
Dist_right=140 cm.
-----
(Dist_left>Dist_front)&&(Dist_left>Dist_right) POVOROT LEFT
Dist_left>10 VPERED 0.5 SEC

[x] Автопрокрутка [Нет конца строки] 9600 бод
```

Рис. 11.2. Пример вывода сообщений в окно монитора

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. результаты работы;
3. выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**по ПМ.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ КОМПЬЮТЕРНЫХ
СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ**

**МДК 02.03 Интернет вещей
для обучающихся специальности
09.02.01. «Компьютерные системы и комплексы»**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
Лабораторное занятие №52. Знакомство с Ардуино	5
Лабораторное занятие № 53. Подключение и программирование считывателя RFID	11
Лабораторное занятие №54. Подключение и программирование цифрового датчика движения	13
Лабораторное занятие № 55 Подключение и программирование датчика температуры и влажности (климатконтроль)	15
Лабораторное занятие №56. Подключение и программирование герметичного датчика температуры для влажной среды	18
Лабораторное занятие №57. Подключение и программирование ультразвукового дальномера (парктроник)	20
Лабораторное занятие №58. Подключение и программирование аналогового датчика шума	22
Лабораторное занятие №59. Подключение и программирование умного светильника	23
Лабораторное занятие №60. Подключение и программирование датчика влажности почвы	25
Лабораторное занятие №61. Подключение и программирование датчика уровня воды	27
Лабораторное занятие №62. Подключение и программирование датчика углеводородных газов	29
Лабораторное занятие №63. Подключение и программирование датчика угарных газов	31
Лабораторное занятие №64. Подключение и программирование модуля датчика огня	33
Лабораторное занятие №65. Управление умным домом через мобильное приложение	35
Приложение 1	47

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей). В соответствии с рабочей программой ПМ.02. «Проектирование управляющих программ компьютерных систем и комплексов», МДК 02.03 «Интернет вещей» предусмотрено проведение лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1. Проектировать, разрабатывать и отлаживать программный код модулей управляющих программ

ПК 2.2. Владеть методами командной разработки программных продуктов

А также формированию общих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

Выполнение обучающимися лабораторных работ по ПМ.02. «Проектирование управляющих программ компьютерных систем и комплексов», МДК 02.03 «Интернет вещей» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 3.3. Средства виртуальной идентификации объектов внешней среды

Лабораторное занятие №52

Знакомство с Ардуино

Цель работы: научиться подключать и программировать устройства ввода /вывода к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

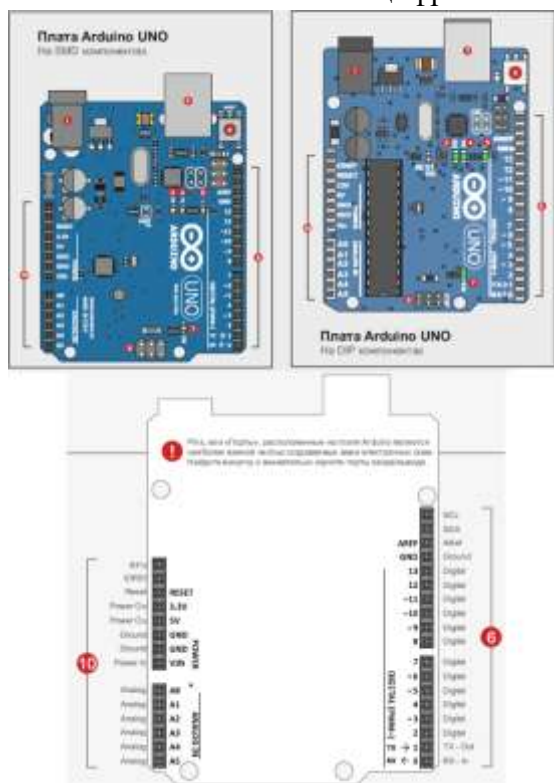
Arduino — это электронный конструктор, который позволяет любому человеку создавать разнообразные электро-механические устройства. Ардуино состоит из программной и аппаратной части. Программная часть включает в себя среду разработки (программа для написания и отладки прошивок), множество готовых и удобных библиотек, упрощенный язык программирования. Аппаратная часть включает в себя большую линейку микроконтроллеров и готовых модулей для них. На основе Ардуино можно создавать различные устройства: от простых мигалок, метеостанций, систем автоматизации и до системы умного дома, ЧПУ станками и беспилотными летательными аппаратами.

Аппаратная часть

Arduino UNO - плата разработчиков, одна из нескольких (Mega, Nano и пр.), основана на микроконтроллере ATmega328 (рис. 1). Он популярен, главным образом, из-за обширной сети поддержки и универсальности.

У Arduino UNO есть 14 цифровых портов ввода - вывода, шесть из которых умеют выдавать

ШИМ. Еще есть 6 входящих аналоговых портов. Есть генератор 16 МГц, USB порт, разъем питания, кнопка сброса, и разъем ICSP. Программируется без использования программаторов, через USB.



- 1 – Разъем питания,
- 2 – Разъем USB,
- 3 – Индикатор передачи данных,
- 4 – Индикатор приема данных,
- 5 – Индикатор 13 пина,
- 6 – Порты,
- 7 – Индикатор питания,
- 8 – Сброс,
- 9 – Разъем ICSP,
- 10 – Порты

Дополнительными компонентами для конфигурирования МПС на основе МК являются: макетная плата, провода, светодиоды, резисторы, диоды, потенциометры, фоторезисторы, пьезоэлементы, датчики температуры, кнопки, ЖК-индикаторы (см. рис. 2 и 3)

Рисунок 1 – Внешний вид платы Ардуино

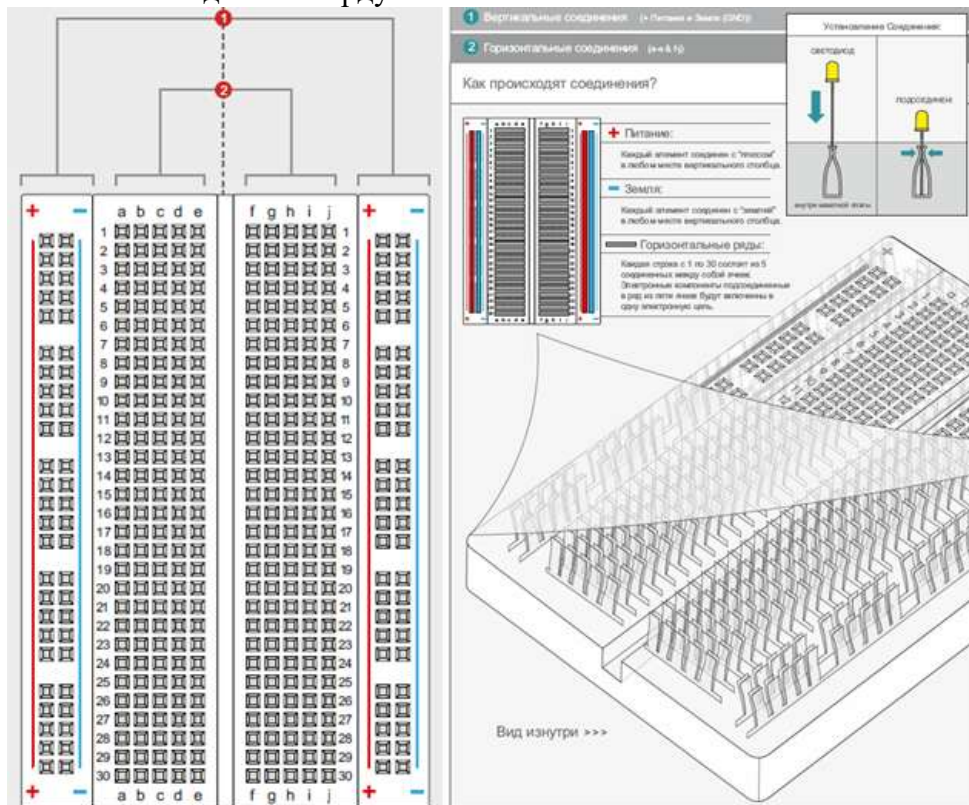


Рисунок 2 – Макетная плата

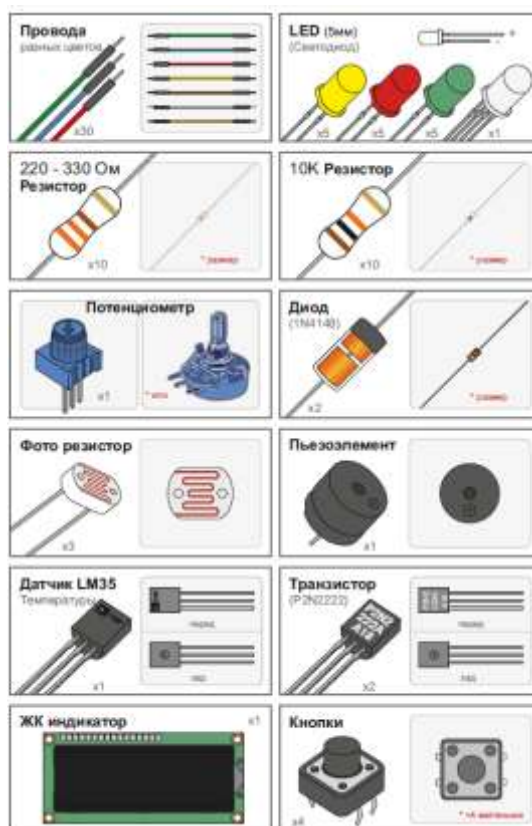


Рисунок 3 – Дополнительные компоненты

Программная часть

Arduino IDE – программное обеспечение для пользователей, позволяющее писать свои программы (скетчи) для платформы Arduino. Эта платформа в первую очередь ориентирована на конструкторов-любителей, которые применяют Arduino для построения простых систем автоматики и робототехники.

Язык программирования Arduino является стандартным C++ (используется компилятор AVR-GCC) с некоторыми особенностями, облегчающие написание программ новичкам в этом деле.

Преимущества Arduino IDE:

- доступность;
- удобный для использования и понимания интерфейс;
- программа совместима со всеми версиями операционных систем Windows;
- наличие необходимых для работы инструментов;
- несколько вариантов языков программирования;
- возможность углубить знания языка C++;
- встроенный набор примеров программ;
- функции сохранения, экспорта, проверки, поиска, замены скетчей.

Окно и меню Arduino IDE представлено на рис.4.

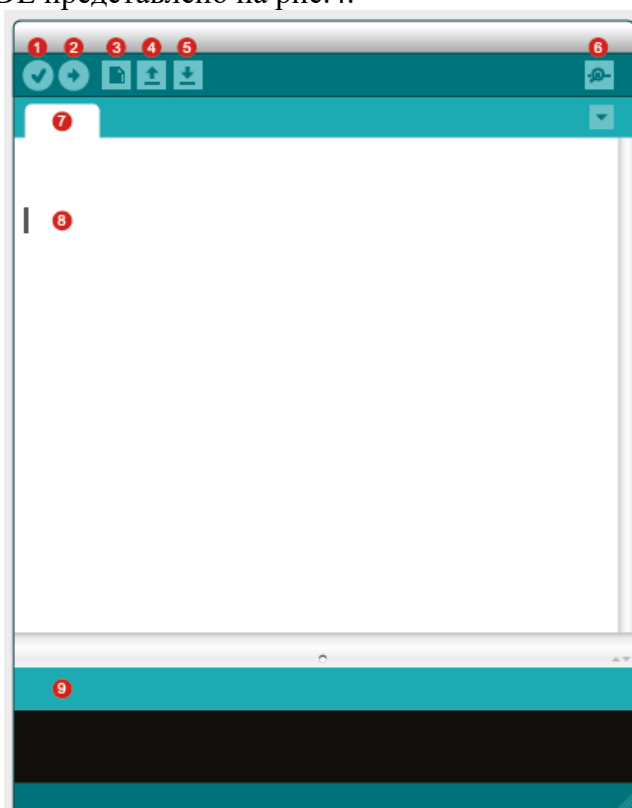


Рисунок 4 – Окно Arduino IDE

GUI (Graphical User Interface - Графический интерфейс пользователя)	
1	Verify (Проверить): Сompiles (компилирует, собирает) проект и проверяет на отсутствие ошибок в коде программы.
2	Upload (Загрузить): Загрузить программу в микроконтроллер на плате Arduino. Убедитесь в подключении платы.
3	New (Новый): Создать новую программу, скетч.
4	Open (Открыть): Открывает меню со списком проектов, скетчей.
5	Save (Сохранить): Сохраняет активный, текущий проект.
6	Serial Monitor (Сериал Монитор): Отображает работу COM порта с текущим скетчем.
7	Sketch Name (Имя скетча): Отображается имя текущего проекта (скетча).
8	Code Area (Область Кода): Область кода программы (скетча).
9	Message Area (Область Сообщений): Область сообщений. Также сюда выводятся сообщения об ошибках.

Рисунок 5 – Меню Arduino IDE

Для того, чтобы начать работу с Arduino необходимо зайти на сайт arduino.cc и скачать программу Arduino IDE из раздела Download, бесплатно. Нужно выбрать программу, подходящую под операционную систему (Windows Installer (.exe), Windows (ZIP file)).

Далее необходимо подключить плату Ардуино в ПК (рис. 6).



Рисунок 6 – Подключение Ардуино к ПК

Затем необходимо установить драйвера, соответствующие операционной системе и настроить порт (рис.7).



Рисунок 7 – Настройка порта

Практическое задание 1

Обрабатываем нажатие кнопки на примере зажигания светодиода

Это эксперимент по работе с кнопкой. Мы будем включать светодиод по нажатию кнопки и выключать по отпусканию кнопки. Рассмотрим понятие дребзга и программные методы его устранения.

Необходимые компоненты:

- контроллер Arduino UNO R3;
- плата для прототипирования;
- кнопка;
- светодиод;
- резистор 220 Ом;
- резистор 10 кОм;
- провода папа-папа.

В данном эксперименте мы будем использовать контакт D2 Arduino в качестве входа. Это позволяет подключить к нему кнопку для взаимодействия с проектом в режиме реального времени. При использовании Arduino в качестве входов используют pull-up- и pulldown-резисторы, чтобы вход Arduino не находился в «подвешенном» состоянии (в этом состоянии он будет собирать внешние наводки и принимать произвольные значения), а имел заранее известное состояние (0 или 1). Резисторы pull-up подтягивают вход к питанию +5 В, pull-down-резисторы подтягивают вход к GND. Кроме этого, pull-up- и pull-down-резисторы гарантируют, что кнопка не создаст короткого замыкания между +5 В и землей при нажатии. В нашем эксперименте для подключения кнопки мы будем использовать pulldown-резистор. Схема подключения представлена на рис. 8.

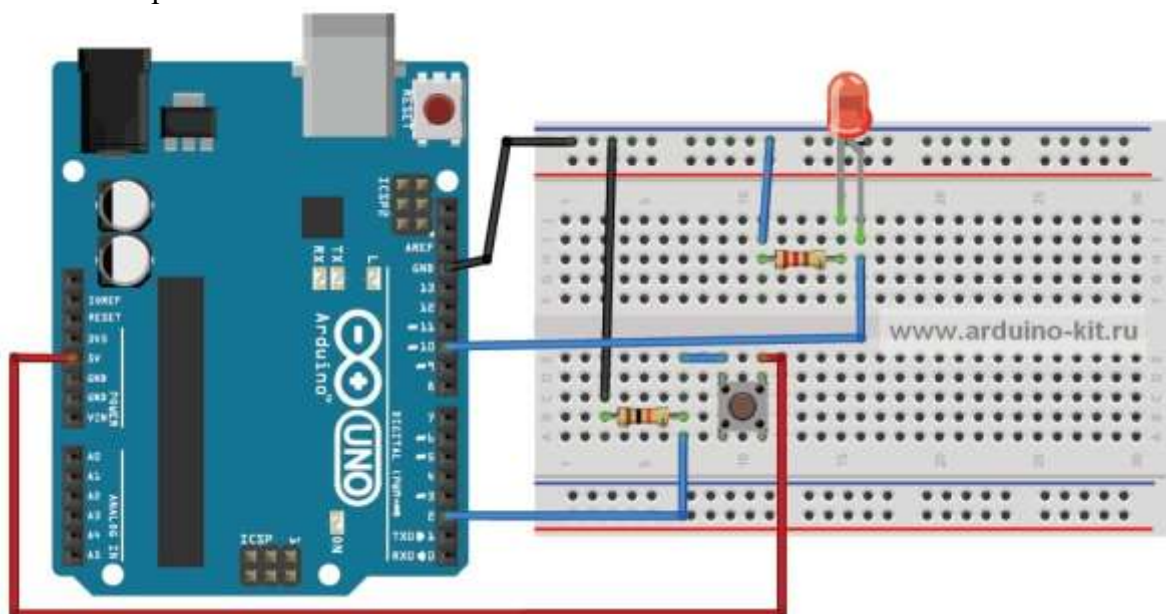


Рисунок 8.

Когда кнопка отключена, вход D2 будет подтянут к «земле» через резистор номиналом 10 кОм, который будет ограничивать поток тока, и на входном контакте будет установлено значение напряжения LOW. При нажатии на кнопку входной контакт напрямую связан с 5 В. Большая часть тока будет протекать по пути наименьшего сопротивления через замкнутую кнопку, и на входе генерируется уровень HIGH. При нажатии на кнопку включаем светодиод, при отпускании – гасим.

Код данного скетча приведен в листинге 1.1.

Порядок подключения:

1. Длинную ножку светодиода (анод) подключаем к цифровому выводу D10 Arduino, другую (катод) – через резистор 220 Ом к выводу GND (см. рис. 1).
2. Один вход кнопки подключаем к +5 В, другой – через резистор 10 кОм к GND, выход кнопки подключаем к входу D2 Arduino (см. рис. 1).
3. Загружаем в плату Arduino скетч из листинга 1.1.
4. При нажатии на кнопку светодиод должен гореть, при отпускании – затухнуть.

Практическое задание 2

Усложним задачу – будем переключать состояние светодиода (включен/выключен) при каждом нажатии кнопки. Загрузим на плату Arduino скетч из листинга 1.2.

При нажатии кнопки светодиод должен изменять свое состояние. Но это будет происходить не всегда. Виной тому –дребезг кнопок.

Кнопки представляют из себя механические устройства с системой пружинного контакта. Когда вы нажимаете на кнопку вниз, сигнал не просто меняется от низкого до высокого, он в течение нескольких миллисекунд меняет значение от одного до другого, прежде чем контакты плотно соприкоснутся и установится значение HIGH.

Микроконтроллер зафиксирует все эти нажатия, потому чтодребезг неотличим от настоящего нажатия на кнопку. Устранить влияниедребезга можно программно. Алгоритм следующий:

1. Сохраняем предыдущее состояние кнопки и текущее состояние кнопки (при инициализации LOW).
 2. Считываем текущее состояние кнопки.
 3. Если текущее состояние кнопки отличается от предыдущего состояния кнопки, ждем 5 мс, потому что кнопка, возможно, изменила состояние.
 4. После 5 мс считываем состояние кнопки и используем его в качестве текущего состояния кнопки.
 5. Если предыдущее состояние кнопки было LOW, а текущее состояние кнопки HIGH, переключаем состояние светодиода.
 6. Устанавливаем предыдущее состояние кнопки для текущего состояния кнопки.
 7. Возврат к шагу 2. Добавляем к нашему скетчу подпрограмму устранениядребезга.
- Получаем код, показанный в листинге 1.3.

Практическое задание 3

Жидкокристаллический индикатор применяется практически повсюду. Это электронные часы, табло на вокзале, в микроволновке, телевизор – есть не что иное, как жидкокристаллический дисплей. Схема, представленная на рисунке 9, необходима для вывода на жидко кристаллический индикатор (ЖКИ) какой-нибудь информации. Потенциометр в схема служит для регулирования яркости экрана.

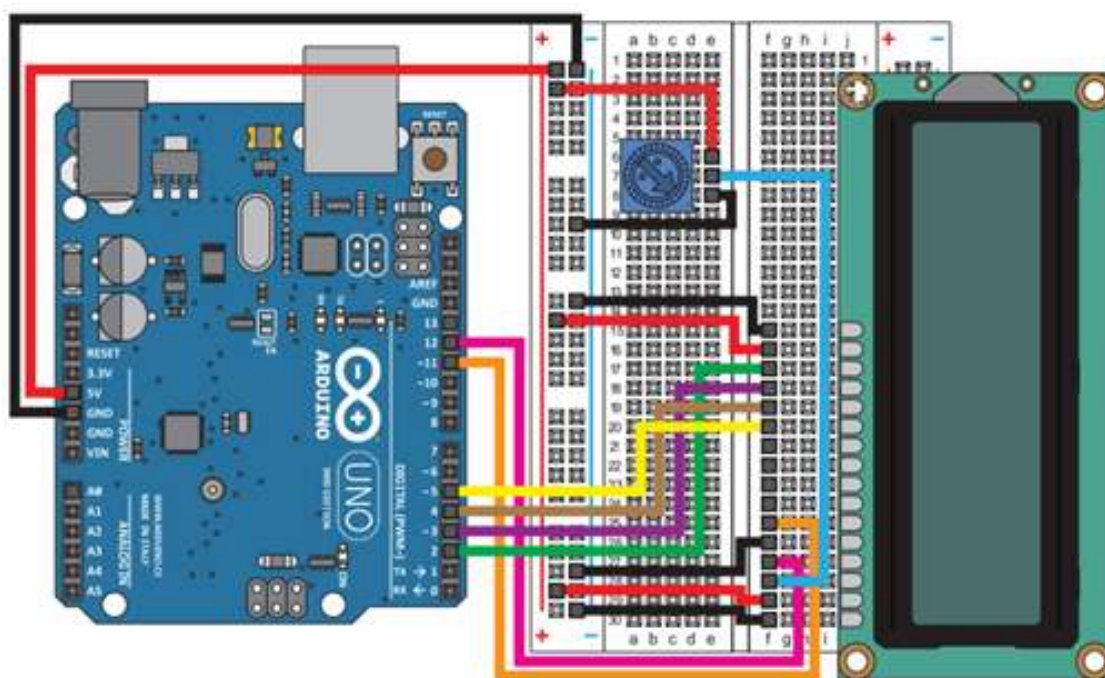


Рисунок 9 – Схема для вывода информации на ЖКИ

Первоначально на дисплее нужно отрегулировать яркость подсветки экрана с помощью потенциометра. Исходный текст программы выводит надпись «hello, world!». Изменив программу, можно вывести на экран любой текст.

Запустите среду программирования Arduino IDE. В данном задании к МПС подключается ЖКИ, поэтому перед тем как начать работу с программой, необходимо подключить библиотеку LiquidCrystal.h. Она упрощает управление различными типами жидкокристаллических индикаторов.

Откройте скетч, приведенный в листинге 1.4 из меню Файл, после того, как программа написана, необходимо дать компьютеру ее проверить, и, если всё правильно, можно переходить к следующему шагу. Кнопка «Загрузка» посылает скомпилированную программу в плату Arduino через USB шнур, после полной загрузки она сразу начнет свою работу.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Лабораторное занятие № 53.

Подключение и программирование считывателя RFID

Цель работы: научиться подключать и программировать устройство считывания RFID меток к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Идентификация объектов производится по уникальному цифровому коду, который считывается из памяти электронной метки, прикрепляемой к объекту идентификации. Считыватель содержит в своем составе передатчик и антенну, посредством которых излучается электромагнитное поле определенной частоты. Попавшие в зону действия считывающего поля радиочастотные метки «отвечают» собственным сигналом, содержащим информацию (идентификационный номер товара, пользовательские данные и т. д.). Сигнал улавливается антенной считывателя, информация расшифровывается и передается в компьютер для обработки. Подавляющее большинство современных систем контроля доступа (СКД) использует в качестве средств доступа идентификаторы, работающие на частоте 125 кГц. Это проксимити-карты доступа (только чтение), самыми распространенными являются карты EM-Marin, а также HID, Indala. Карты этого стандарта являются удобным средством открывания дверей и турникетов. Но не

более. Эти карты не обладают никакой защищенностью, легко копируются и подделываются и, соответственно, ничего не дают для защиты объекта от несанкционированного проникновения.

Настоящую защиту от копирования и подделки обеспечивают такие идентификаторы, в чипах которых реализована криптографическая защита. Это бесконтактные смарт-карты, работающие на частоте 13,56 МГц, наиболее распространенными из них являются карты Mifare®. В картах этих стандартов криптозащита организована на высоком уровне, и подделка таких карт практически невозможна.

Практическое задание

В этом эксперименте мы покажем, как плата Arduino получает доступ к данным RFID-карт и брелоков Mifare с помощью RFID-считывателя RC522C.

Необходимые компоненты:

- контроллер Arduino UNO R3;
- плата для прототипирования;
- RFID-считыватель RC522;
- брелок;
- карта;
- провода папа-папа.

Радиочастотная идентификация (RFID) – это технология автоматической бесконтактной идентификации объектов при помощи радиочастотного канала связи. Базовая система RFID состоит из:

- радиочастотной метки;
- считывателя информации (ридера);
- компьютера для обработки информации.

Модуль RC522 – RFID-модуль 13,56 МГц с SPI-интерфейсом (рис.10). В комплекте к модулю идут 2 RFID-метки – в виде карты и брелока.

Основные характеристики:

- основан на микросхеме MFRC522;
- напряжение питания: 3,3 В;
- потребляемый ток: 13–26 мА;
- рабочая частота: 13,56 МГц;
- дальность считывания: 0~60 мм;
- интерфейс: SPI, максимальная скорость передачи 10 МБит/с;
- размер: 40×60 мм;
- чтение и запись RFID-меток.



Рисунок 10

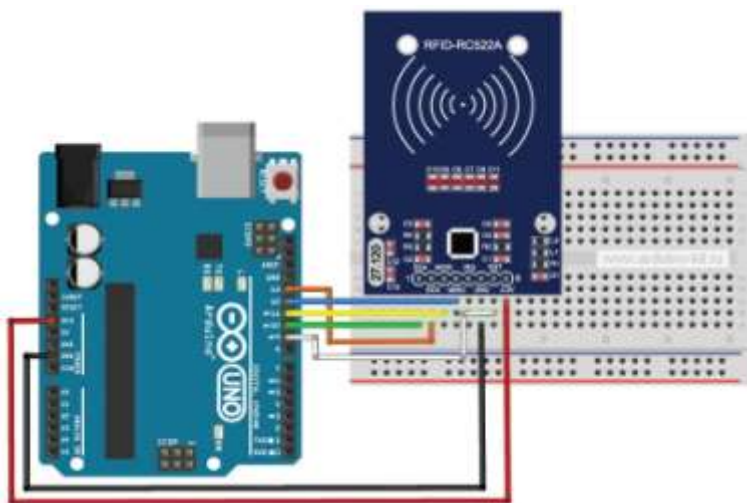
Схема подключения модуля к плате Arduino показана на рис. 11.

Напишем скетч считывания с карты и вывода в последовательный порт Arduino UID (уникальный идентификационный номер) RFID-метки (карты или брелока). При написании скетча будем использовать библиотеку MFRC522 (<https://github.com/miguelbalboa/rfid>). Содержимое скетча показано в листинге 2.1.

Порядок подключения:

1. Подключаем модули RFID-считывателя RC522 к плате Arduino по схеме на рис. 11.
2. Загружаем в плату Arduino скетч из листинга 28.1. Открываем монитор последовательного порта.
3. Подносим метку (карту или брелок) к считывателю и видим вывод в последовательный порт данных метки UID и тип (рис. 12).

Метки Mirafe позволяют записывать на них информацию. В следующем скетче мы организуем на карте счетчик, который будет инкрементироваться при поднесении карты к считывателю. В последовательный порт будем выводить показания счетчика (Рис.13). Содержимое скетча показано в листинге 2.2.



Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 3.4. Датчики и сенсоры Интернета вещей
Лабораторное занятие №54.**

Подключение и программирование цифрового датчика движения

Цель работы: научиться подключать и программировать устройства ввода /вывода к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

В данной работе будет использован модуль, позволяющий отслеживать движение – пироэлектрический инфракрасный (PIR) датчик движения HC-SR501 (Рис.14). Чаще всего он используется в устройствах, предназначенных для управления освещением, и для этого может использоваться вкупе с датчиком освещённости. Этот модуль небольшой по размерам, потребляет малый ток и очень простой в использовании, благодаря чему его можно использовать и в устройствах с автономным питанием.

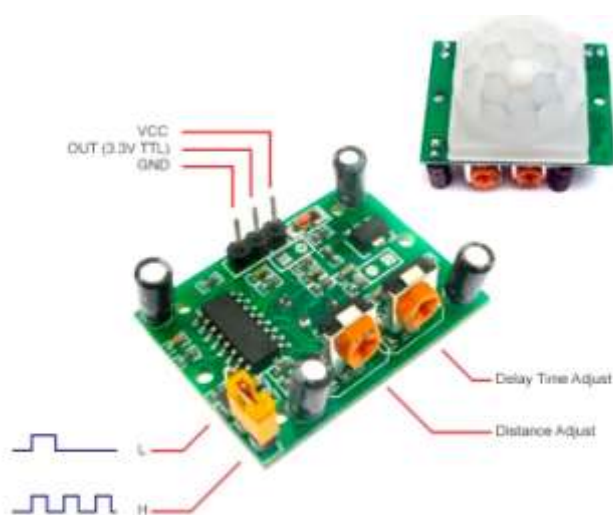


Рисунок 14

Характеристики датчика:

Широкий диапазон рабочего напряжения: 4,5 – 20 В постоянного тока;

Потребляемый ток покоя: ≈ 50 мкА;

Напряжение на выходе: 3.3 В;

Рабочая температура: от -15°C до 70°C ;

Размеры: 32*24 мм;

Два режима работы;

Максимальный угол обнаружения – 110° ;

Максимальная дистанция срабатывания – от 3 до 7 м (регулируется); При температуре более 30°C это расстояние может уменьшаться.

На модуль установлена линза Френеля, которая фокусирует инфракрасные сигналы на пироэлектрический датчик под названием 500BP. Датчик называется PIR (Passive Infra-Red). Пассивный он потому, что для обнаружения движения не используется какая-либо дополнительная энергия, кроме той, что испускается самими объектами.

500BP состоит из двух чувствительных элементов. Управляющая микросхема модуля регистрирует изменения сигналов от обоих элементов и по характеру их изменения обнаруживает движение объектов, испускающих инфракрасные сигналы (живых организмов).

Модуль HC-SR501 имеет 3 вывода:

Питание (VCC);

Земля (GND);

Выход 3v3 (OUT).

Сразу после подачи питания несколько секунд модуль будет калиброваться, в это время возможны ложные срабатывания. Примерно через минуту он перейдет в режим ожидания. При срабатывании датчика на выходе появляется логическая единица, напряжение – 3.3 вольта.

Изменения этого сигнала зависят от выбранного режима работы. Он меняется переключателем (отмечена на фото с подписями какой режим будет выбран). Если выбран Н– при нескольких срабатываниях подряд на выходе датчика остается высокий уровень, при L– для каждого срабатывания будет подан свой импульс.

Также на самом модуле можно найти два переменных резистора, регулирующих дистанцию обнаружения движения (Distance Adjust) и время, в течение которого на выходе будет логическая единица (Delay Time Adjust). Дистанция регулируется в пределах 3 – 7 метров, задержка от 5 до 300 секунд.

И ещё немного о его особенностях. При работе с датчиком следует избегать источников света и тепла, закрывающих поверхность объектива модуля. Ветер также может создавать помехи. На большем расстоянии датчик более чувствителен.

Практическое задание

Необходимые компоненты:

- контроллер Arduino UNO R3;
- плата для прототипирования;
- Модуль HC-SR501;
- 3 светодиода;
- 3 резистора (оранжевый-оранжевый-коричневый);
- провода папа-папа.

Соберите схему, представленную на рис. 15.

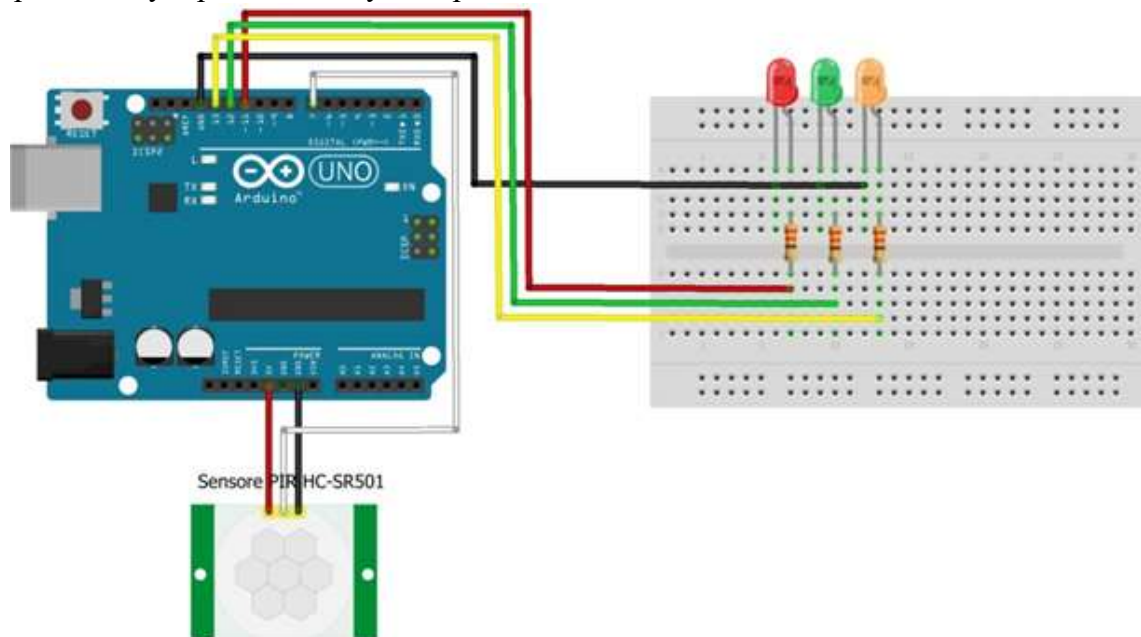


Рисунок 15.

Загружаем скетч из листинга 3.1 в контроллер Arduino. При включении загорится красный светодиод, который сигнализирует о подготовке датчика (горит 1 минуту). По истечении минуты загорится желтый светодиод, а красный погаснет, это означает что, датчик готов к обнаружению движения. Как только датчик обнаружит движение, загорится зеленый светодиод, который будет светиться в течение трех секунд.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие № 55

Подключение и программирование датчика температуры и влажности (климатконтроль)

Цель работы: научиться подключать и программировать датчик температуры и влажности к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Датчики являются основой любого "умного" дома. Независимо от индивидуальных требований и перечня задач, которые должна решать система в целом, именно датчики обеспечивают необходимую степень автоматизации и передают другим устройствам сигнал о необходимости включения или выключения в определенный момент. Правильный выбор данных приборов становится основой работоспособности и функциональности "умного" дома.

В повседневной жизни влажность выступает немаловажным параметром, от степени влажности воздуха немало зависит наше самочувствие. Особенно чувствительными к влажности являются метеозависимые люди, а также люди, страдающие гипертонической болезнью, бронхиальной астмой, заболеваниями сердечно-сосудистой системы. При высокой сухости воздуха даже здоровые люди ощущают дискомфорт, сонливость, зуд и раздражение кожных покровов. Часто сухой воздух может спровоцировать заболевания дыхательной системы, начиная с ОРЗ и ОРВИ, и заканчивая даже пневмонией.

Датчик температуры и влажности DHT11 (рис.16) состоит из двух частей – емкостного датчика температуры и гигрометра. Первый используется для измерения температуры, второй – для влажности воздуха. Находящийся внутри чип может выполнять аналого-цифровые преобразования и выдавать цифровой сигнал, который считывается посредством микроконтроллера.

В большинстве случаев DHT11 или DHT22 доступен в двух вариантах: как отдельный датчик в виде пластикового корпуса с металлическими контактами или как готовый модуль с датчиком и припаянными элементами обвязки. Второй вариант гораздо проще использовать в реальных проектах и крайне рекомендуется для начинающих.



Рисунок 16

Характеристики DHT11:

- Потребляемый ток – 2,5 мА (максимальное значение при преобразовании данных);
- Измеряет влажность в диапазоне от 20% до 80%. Погрешность может составлять до 5%;

- Применяется при измерении температуры в интервале от 0 до 50 градусов (точность – 2%)
- Габаритные размеры: 15,5 мм длина; 12 мм ширина; 5,5 мм высота;
- Питание – от 3 до 5 Вольт;
- Одно измерение в единицу времени (секунду). То есть, частота составляет 1 Гц;
- 4 коннектора. Между соседними расстояние в 0,1 ”.

Практическое задание

Соберите схему, представленную на рисунке 17.

Описание контактов DHT11:

1. Питание;
2. Вывод данных;
3. Не используется;
4. Земля (GND).

Контакты нумеруются слева на право, если корпус датчика находится перед вами со стороны решетки, и «ноги» расположены внизу. модуль датчика, то подключение его к Arduino предельно упрощается: подключаете VCC к +5V, GND – к земле, третий контакт – к любому свободному пину (например, 2) на плате Arduino. Номер пина нужно будет затем указать в скетче.

Внимание! Обязательно соблюдайте полярность подключения. В случае неправильного подключения датчик почти неминуемо выйдет из строя. Кроме того, при неправильном подключении пластиковый корпус датчик очень сильно нагреется и может обжечь вам руки. Будьте внимательны, не торопитесь!

Загрузите скетч из листинга 4.1. Перед запуском скетча нужно убедиться, что установлена библиотека для работы с датчиками влажности и температуры. Скачать ее можно по ссылке <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>. Загрузится папка под названием «DHT-sensor-library-master». Ее необходимо переименовать в DHT и переместить в папку libraries, что находится в корневой папке Arduino IDE.

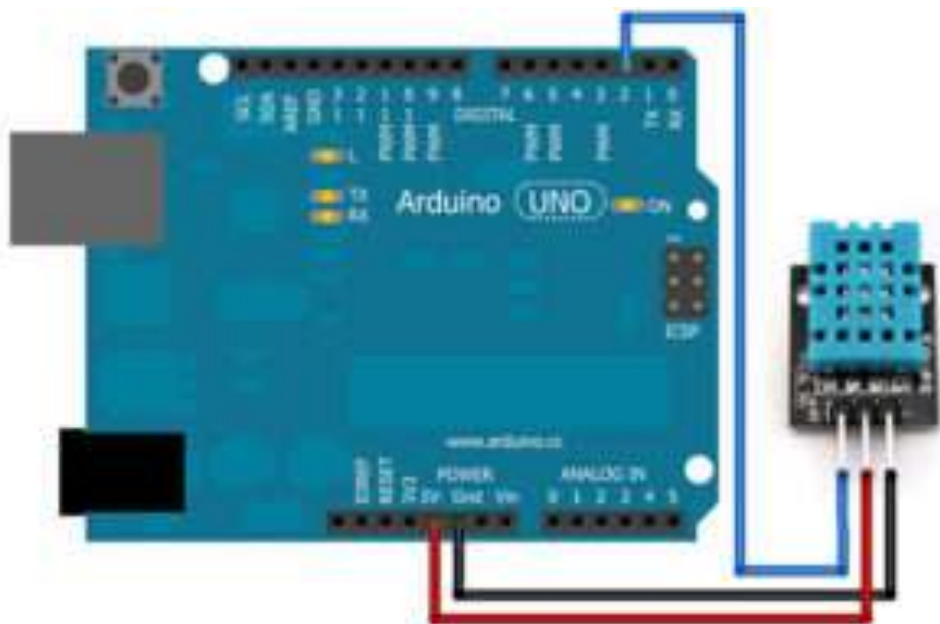


Рисунок 17

После загрузки скетча и подключения датчика, результат измерений можно посмотреть в окне монитора порта. Там будут выводиться значения температуры и влажности. Если что-то пошло не так, проверьте правильность подключения датчика, соответствие номера порта на плате Arduino и в скетче, надежность контактов.

Если все работает и датчик дает показания, можете провести эксперименты. Например, поместить датчик в более холодное место или подышать на него, отслеживая при этом изменения.

Если при запотевании уровень влажности увеличивается, значит датчик работает исправно. Подуйте на него тонкой струйкой – влажность уменьшится и температура вернется в норму.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №56.

Подключение и программирование герметичного датчика температуры для влажной среды

Цель работы: научиться подключать и программировать герметичный датчик температуры к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Мечта каждого человека - обеспечить максимальный комфорт и уют в своем доме. И первый шаг на пути к цели - создание оптимальной температуры в жилище - загородном доме, даче или квартире. "Умный дом" включает в себя полноценную климатическую систему. И первый шаг на пути к этому – получение реальных данных значения температуры.

Для измерения температуры "умного" дома в набор включен датчик температуры RI002 (рис. 11). Это хорошо известный цифровой датчик температуры DS18B20 водонепроницаемом корпусе из нержавеющей стали. Преимущества водонепроницаемого корпуса – возможность измерить температуру в неблагоприятной для микросхем среде: в почве, на дожде или даже в аквариуме.



Рисунок 11

Этот датчик температуры основан на популярной микросхеме DS18B20. Он позволяет определить температуру окружающей среды в диапазоне от -55°C до +125°C и получать данные в виде цифрового сигнала с 12-битным разрешением по 1-Wire протоколу. Этот протокол позволит

подключить огромное количество таких датчиков, используя всего 1 цифровой порт контроллера, и всего 2 провода для всех датчиков: земли и сигнала. В этом случае применяется так называемое «паразитное питание», при котором датчик получает энергию прямо с линии сигнала. Каждый датчик имеет уникальный прошитый на производстве 64-битный код, который может использоваться микроконтроллером для общения с конкретным сенсором на общей шине.

Датчик температуры RI002 изготавливается с тремя выходными контактами (черный – GND, красный – Vdd и белый – Data).

Практическое задание

В данном задании будет рассмотрен популярный цифровой датчик температуры DS18B20, работающий по протоколу 1-Wire, и создадим проект вывода показаний датчика на экран ЖКИ WH1602.

Необходимые компоненты:

- контроллер Arduino UNO R3;
- плата для прототипирования;
- датчик DS18B20;
- LCD-экран WH1602;
- резистор 50 Ом;
- потенциометр 1 кОм;
- провода папа-папа.
- внешний блок питания +5 В.

DS18B20 – цифровой термометр с программируемым разрешением от 9 до 12 битов, которое может сохраняться в EEPROM-памяти прибора. DS18B20 обменивается данными по шине 1-Wire и при этом может быть как единственным устройством на линии, так и работать в группе. Все процессы на шине управляются центральным микропроцессором.

Диапазон измерений датчика: от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ с точностью $0,5^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. В дополнение DS18B20 может питаться напряжением линии данных (так называемое питание от паразитного источника) при отсутствии внешнего источника напряжения.

Каждый датчик типа DS18B20 имеет уникальный 64-битный последовательный код, который позволяет общаться со множеством датчиков DS18B20, установленных на одной шине. Первые 8 битов – код серии (для DS18B20 – 28h), затем 48 битов уникального номера, и в конце 8 битов CRC-кода. Такой принцип позволяет использовать один микропроцессор, чтобы контролировать множество датчиков DS18B20, распределенных по большому участку.

В нашем эксперименте мы будем считывать данные с датчика температуры DS18B20 и выводить на экран ЖКИ WH1602. Схема подключения датчика температуры DS18B20 и WH1602 к плате Arduino показана на рис. 11.

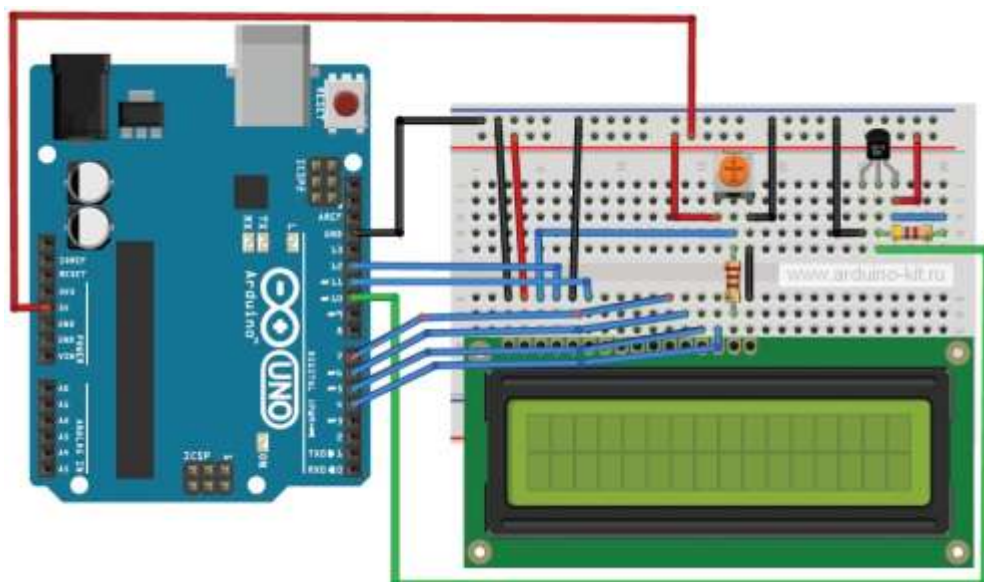


Рисунок 11

Для работы с устройствами 1-Wire в Arduino есть стандартная библиотека OneWire. Содержимое скетча для чтения данных с датчика и вывода на экран индикатора WH1602 показано в листинге 5.1. Последовательность данных для чтения данных с устройств 1-Wire следующая:

1. Произвести RESET и поиск устройств на линии 1-Wire.
2. Выдать команду 0x44, чтобы запустить конвертацию температуры датчиком.
3. Подождать не менее 750 мс.
4. Выдать команду 0xBE, чтобы считать ОЗУ датчика (данные о температуре будут в первых двух байтах).

Порядок подключения:

1. Подключаем датчик DS18B20 и WH1602 по схеме на рис. 11.
2. Загружаем в плату Arduino скетч из листинга 5.1.
3. Смотрим на экране дисплея показания датчика температуры.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №57.

Подключение и программирование ультразвукового дальномера (парктроник)

Цель работы: научиться подключать и программировать ультразвуковой дальномер к микроконтроллеру Ардуино **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Ультразвуковой дальномер HC-SR04 (см. рис.12) – это помещенные на одну плату приемник и передатчик ультразвукового сигнала. Излучатель генерирует сигнал, который, отразившись от препятствия, попадает на приемник. Измерив время, за которое сигнал проходит до объекта и обратно, можно оценить расстояние. Кроме самих приемника и передатчика, на плате находится еще и необходимая обвязка, чтобы сделать работу с этим датчиком простой и удобной.



Рисунок 12

Характеристики ультразвукового дальномера HC-SR04:

- измеряемый диапазон – от 2 до 500 см;
- точность – 0,3 см;
- угол обзора – $< 15^\circ$;
- напряжение питания – 5 В.

Датчик имеет 4 вывода стандарта 2,54 мм:

- VCC – питание +5 В;
- Trig (T) – вывод входного сигнала;
- Echo (R) – вывод выходного сигнала;
- GND – земля.

Последовательность действий для получения данных такова:

- подаем импульс продолжительностью 10 мкс на вывод Trig;
- внутри дальномера входной импульс преобразуется в 8 импульсов частотой 40 кГц и посылаются вперед через излучатель T;
- дойдя до препятствия, посланные импульсы отражаются и принимаются приемником R, в результате получаем выходной сигнал на выводе Echo;
- непосредственно на стороне контроллера переводим полученный сигнал в расстояние по формулам:
 - $\text{ширина импульса (мкс)} / 58 = \text{дистанция (см)}$;
 - $\text{ширина импульса (мкс)} / 148 = \text{дистанция (дюйм)}$.

Практическое задание

В задании нужно построить звуковую сигнализацию, которая будет включаться при приближении к плате Arduino на расстояние меньше 1 м, при этом появляется звуковой сигнал на пьезоизлучателе и начинается вращение сервопривод. Такая МПС может использоваться, например, для построения автоматических ворот.

Необходимые компоненты:

- контроллер Arduino UNO R3;
- плата для прототипирования;
- ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04;
- пьезоизлучатель;
- резистор 100 Ом;

- сервопривод;
- провода.

Схема сборки представлена на рисунке 13.

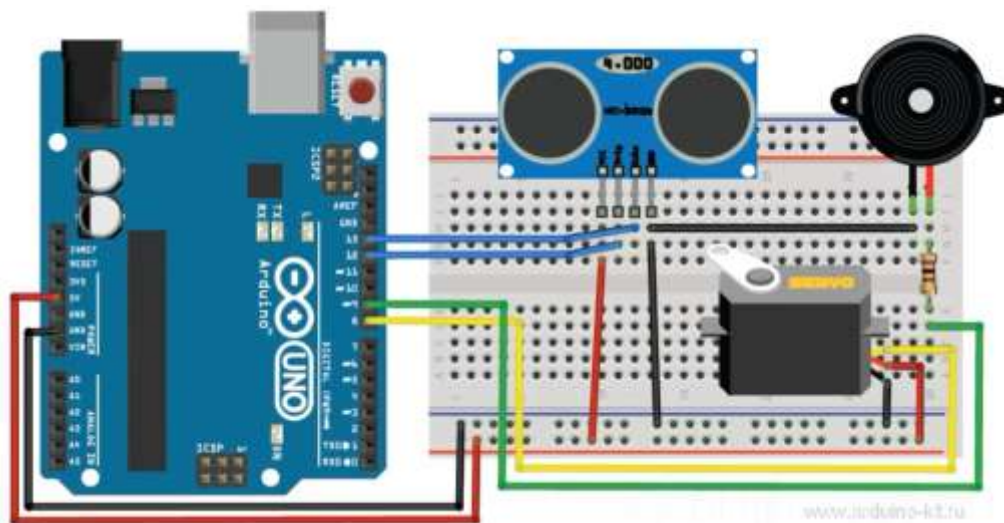


Рисунок 13– Схема сборки

Программирование

При написании скетча будем использовать библиотеку Servo для работы с сервоприводом и библиотеку Ultrasonic для работы с ультразвуковым датчиком.

Датчик Ultrasonic принимает два параметра: номера пинов, к которым подключены выводы Trig и Echo.

В эксперименте была создана звуковая сигнализация, которая будет включаться при приближении к плате Arduino на расстояние меньше 1 м. Датчик размещен на кронштейне вращающегося сервопривода и контролирует пространство с углом обзора 180°. Если датчик обнаруживает объект в радиусе 1 м, подается звуковой сигнал на пьезоизлучатель, вращение сервопривода прекращается.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №58.

Подключение и программирование аналогового датчика шума

Цель работы: научиться подключать и программировать аналоговый датчик шума к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Датчик звука (микрофон) для Arduino из платы (рис. 14) на котором смонтированы порты подключения к Arduino Nano, усилитель звука, подстроечный резистор и электронный микрофон, чувствительный к звуку, приходящему во всех направлениях. Регулятором чувствительности (переменным резистором) можно настраивать чувствительность микрофона и выбирать от какого уровня шума будет срабатывать датчик. Данная плата расширения для Arduino позволяет перевести звуковые колебания в цифровой сигнал. При колебании мембраны в микрофоне от звуковых волн, изменяется емкость его конденсатора, вследствие чего проявляется изменение напряжения на выходах датчика звука, соответствующее звуковому сигналу. Сенсор справа на картинке может отправлять цифровой и аналоговый сигнал.

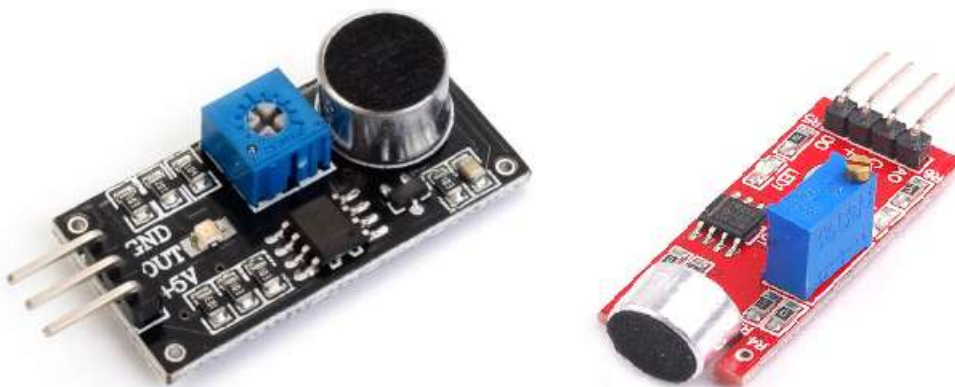


Рисунок 14

Практическое задание

Подключение датчика шума

Необходимое оборудование:

- плата Arduino Uno / Arduino Nano / Arduino Mega;
- макетная плата;
- датчик звука (микрофон);
- 1 светодиод и 1 резистор 220 Ом;
- провода «папа-папа» и «папа-мама».

Датчик звука для Ардуино имеет на плате подписанные выходы (обозначение у каждого производителя может отличаться), но проблем с подключением датчика к Ардуино возникнуть не должно. Питание датчика производится от 5V, выход (OUT, S или A0) подключается к любому аналоговому входу на Arduino Uno, а выход D0 к Pin 2, если требуется получать цифровой сигнал на Ардуино с датчика микрофона.

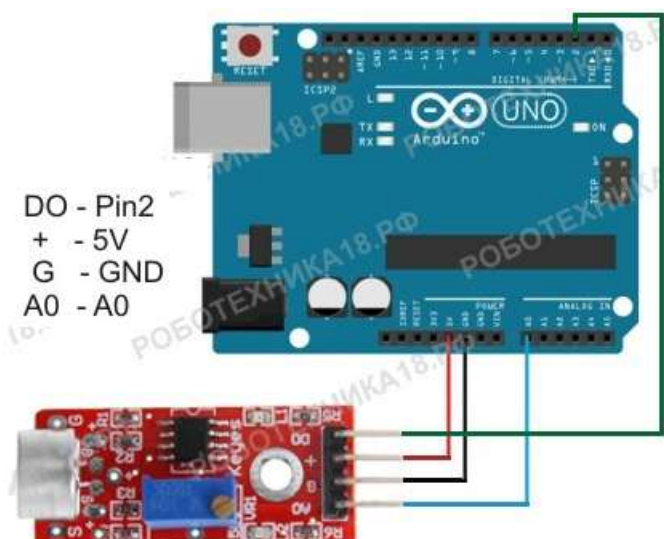


Рисунок 15

Чтобы сделать шумомер, который будет включать светодиод по хлопку в ладоши необходимо собрать электрическую схему из следующих элементов: светодиод с резистором, плата Arduino и датчик звука для включения света своими руками. Светодиод можно подключить к любому выходу, в скетче мы использовали Pin 11. После сборки схемы, подключите Ардуино к компьютеру и загрузите скетч 7.1.

Программирование:

- спецификатор boolean используется для объявления логических значений (истина/ложь) в языке программирования C++;
- в строчке `statuslamp=!statuslamp`; мы меняем статус светодиода при хлопке;
- в строчке `if(analogRead(A0)>60)` вместо значения 60 можно подставить любое значение. Узнайте показания датчика звука при хлопке в ладоши на мониторе порта и поставьте свои значения в скетч, при необходимости.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Тема 3.8. Умный дом и город Лабораторное занятие №59.

Подключение и программирование умного светильника

Цель работы: научиться подключать и программировать подсистему контроля освещения на базе МК Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;

- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

В данной практической работе будет использоваться аналоговый датчик для измерения освещенности – фоторезистор (рис. 16). С его помощью можно зажигать и гасить освещение, в зависимости от уровня освещенности.



Рисунок 16.

Практическое задание 1

Необходимые компоненты:

- контроллер Arduino UNO R3;
- плата для прототипирования;
- фоторезистор;
- резистор 10 кОм;
- резистор 220 Ом – 8 штук;
- светодиод;
- провода папа-папа.

Распространённое использование фоторезистора – измерение освещённости. В темноте его сопротивление довольно велико. Когда на фоторезистор попадает свет, сопротивление падает пропорционально освещенности. Схема подключения фоторезистора к Arduino показана на рис. 17. Для измерения освещённости необходимо собрать делитель напряжения, в котором верхнее плечо будет представлено фоторезистором, нижнее – обычным резистором достаточно большого номинала. Будем использовать резистор 10 кОм. Среднее плечо делителя подключаем к аналоговому входу A0 Arduino.

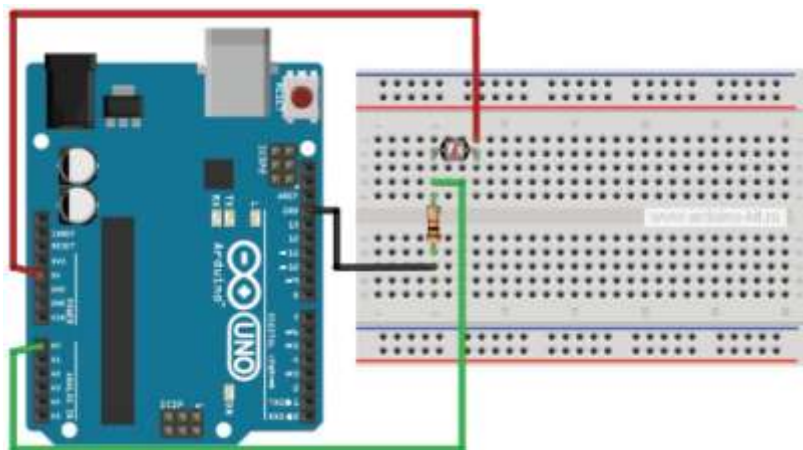


Рисунок 17

Порядок подключения:

1. Подключаем фоторезистор по схеме на рис. 17.
2. Загружаем в плату Arduino скетч из листинга 8.1.

3. Регулируем рукой освещенность фоторезистора и наблюдаем вывод в последовательный порт изменяющихся значений, запоминаем показания при полной освещенности помещения и при полном перекрытии светового потока.

Практическое задание 2

Создадим индикатор освещенности с помощью светодиодного ряда из 8 светодиодов. Количество горящих светодиодов пропорционально текущей освещенности. Собираем светодиоды по схеме на рис. 18, используя ограничительные резисторы номиналом 220 Ом.

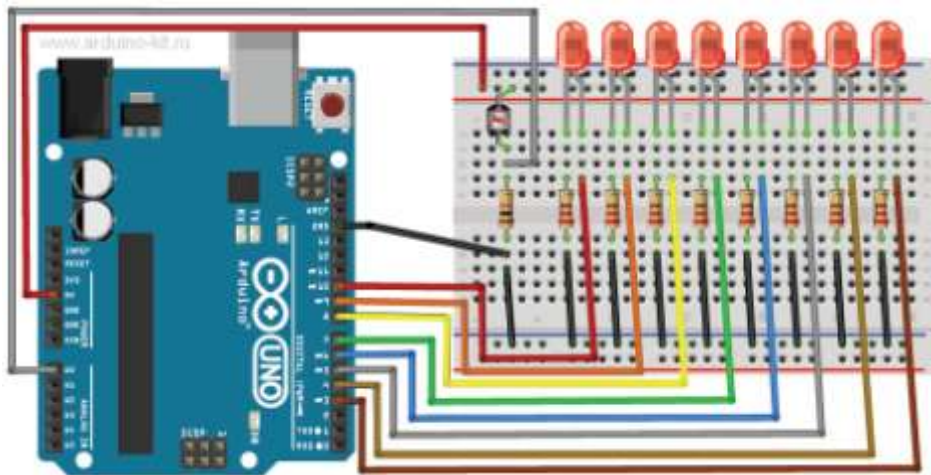


Рисунок 18

Порядок подключения:

1. Подключаем фоторезистор и светодиоды по схеме на рис. 18.
2. Загружаем в плату Arduino скетч из листинга 8.2.
3. Регулируем рукой освещенность фоторезистора и по количеству горящих светодиодов определяем текущий уровень освещенности (рис. 18).

Нижний и верхний пределы освещенности мы берем из запомненных значений при проведении эксперимента по предыдущему скетчу (листинг 18.1). Промежуточное значение освещенности мы масштабируем на 8 значений (8 светодиодов) и зажигаем количество светодиодов пропорциональное значению между нижней и верхней границами.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №60.

Подключение и программирование датчика влажности почвы

Цель работы: научиться подключать и программировать датчик влажности почвы к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;

- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Домашний уют — это атмосфера тепла в вашей квартире, желание возвращаться туда после трудного дня. Уют и комфорт в вашем доме оказывают непосредственное влияние на ваше самочувствие и настроение. Необходимое условие в создании уюта имеет использование комнатных цветов. Они доступны каждому из нас и при этом лучше любой мебели помогут создать уют и комфорт, и как ни что другое просто вдохнуть в ваш дом чистую энергию.

Но чтобы домашние цветы радовали вас красотой, следует выполнять общие правила по уходу за комнатными растениями — необходимо создать благоприятный для них режим температуры воздуха, влажности и освещения.

Модуль влажности почвы (рис.19) предназначен для определения влажности земли, в которую он погружен. Он позволяет узнать о недостаточном или избыточном поливе ваших домашних или садовых растений. Модуль состоит из двух частей: контактного щупа YL-28 и датчика YL-38, щуп YL-28 соединен с датчиком YL-38 по двум проводам. Между двумя электродами щупа YL-28 создается небольшое напряжение. Если почва сухая, сопротивление велико и ток будет меньше. Если земля влажная — сопротивление меньше, ток — чуть больше. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени влажности.

Подключение данного модуля к контроллеру позволяет автоматизировать процесс полива ваших растений (своего рода "умный полив").

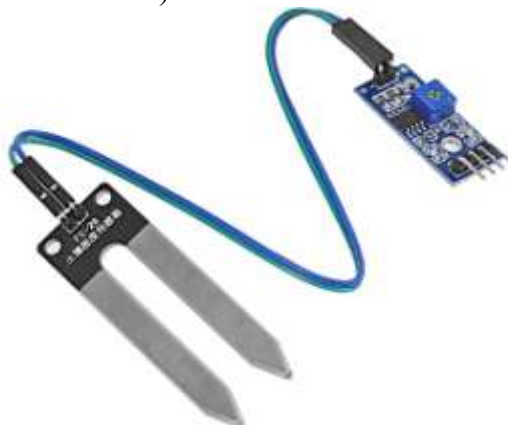


Рисунок 19

Кроме контактов соединения с щупом, датчик YL-38 имеет четыре контакта для подключения к контроллеру.

- Vcc – питание датчика;
- GND – земля;
- A0 - аналоговое значение;
- D0 – цифровое значение уровня влажности.

Датчик YL-38 построен на основе компаратора LM393, который выдает напряжение на выход D0 по принципу: влажная почва – низкий логический уровень, сухая почва – высокий логический уровень. Уровень определяется пороговым значением, которое можно регулировать с помощью потенциометра. На вывод A0 подается аналоговое значение, которое можно передавать в контроллер для дальнейшей обработки, анализа и принятия решений.

Датчик YL-38 имеет два светодиода, сигнализирующих о наличии поступающего на датчик питания и уровня цифрового сигнала на выходе D0. Наличие цифрового вывода D0 и светодиода уровня D0 позволяет использовать модуль автономно, без подключения к контроллеру.

Практическое задание

Подключение датчика Soil Moisture к плате Arduino Mega мы будем производить по аналоговому входу. Питание для датчика берем также с платы Arduino. Схема соединений представлена на рис. 20.

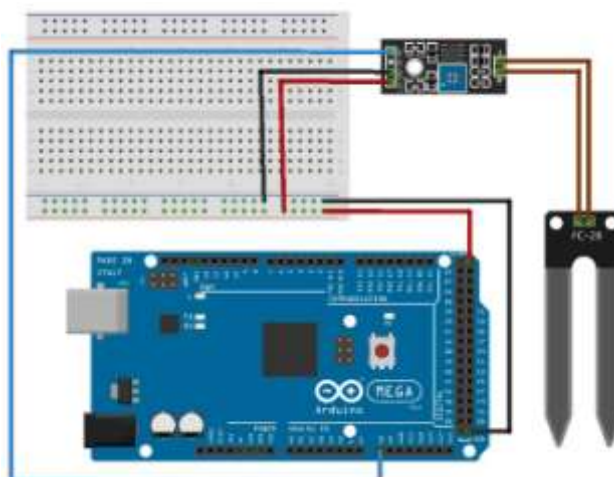


Рисунок 20

Загрузим на плату Arduino Mega скетч получения данных с датчика и вывода в последовательный порт Arduino. Получение данных влажности оформим в виде отдельной процедуры `get_data_soilmoisture()`. Содержимое скетча представлено в листинге 9.1.

Загрузим скетч на плату Arduino Mega, откроем монитор последовательного порта и видим вывод данных, получаемых с датчика Soil Moisture (рис.21). Подберите практическим путем аналоговые значения для констант `MINVALUESOILMOISTURE` (полный полив) и `MINVALUESOILMOISTURE` (критическая сухость).



Рисунок 21

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы подключения устройств ввод-вывода;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №61.

Подключение и программирование датчика уровня воды

Цель работы: научиться подключать и программировать датчик уровня воды к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Одна из главных задач умного дома — заботиться о своей сохранности, не допускать взломов, пожаров, затоплений, и прочих повреждений. Вот о защите от протечек и затопления мы сегодня и поговорим. Точнее сказать, пока только об обнаружении протечек.

Для обнаружения протечек будем использовать датчик воды. Датчики воды предназначены для определения уровня воды в различных емкостях, где недоступен визуальный контроль, с целью предупреждения перенаполнения емкости водой через критическую отметку. Данный датчик воды (рис. 22) – погружной. Чем больше погружение датчика в воду, тем меньше сопротивление между двумя соседними проводами.

Датчик имеет три контакта для подключения к контроллеру.

+ – питание датчика;

- – земля;

S - аналоговое значение.

На вывод S подается аналоговое значение, которое можно передавать в контроллер для дальнейшей обработки, анализа и принятия решений. Датчик имеет красный светодиод, сигнализирующих о наличие поступающего на датчик питания.

Рассмотрим подключение датчика уровня воды к плате Arduino Mega и модулю NodeMcu ESP8266.



Рисунок 22

Практическое задание

Подключение датчика уровня воды к плате Arduino Mega мы будем производить по аналоговому входу. Питание для датчика берем также с платы Arduino. Схема соединений представлена на рис. 23.

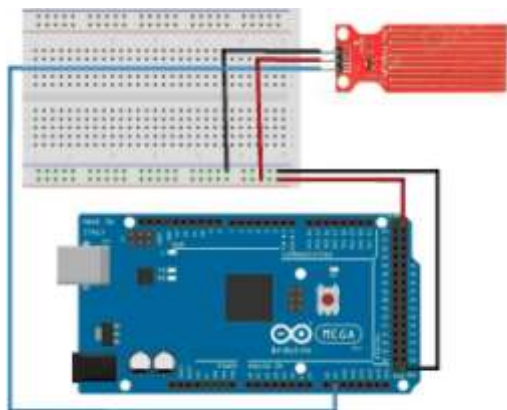


Рисунок 23

Загрузим на плату Arduino Mega скетч получения данных с датчика уровня воды, перевода аналогового значения в см (0 – 4) и вывода в последовательный порт Arduino. Получение данных влажности оформим в виде отдельной процедуры `get_data_levelwater()`. Содержимое скетча представлено в листинге 10.1.

Загрузим скетч на плату Arduino Mega, откроем монитор последовательного порта и видим вывод данных, получаемых с датчика уровня воды (рис. 24). При попадании воды на датчик выводим сообщение о протекании. Подберите практическим путем аналоговое значения для константы `LEVELWATER` (пороговое значение погружения).



Рисунок 24

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы подключения устройств ввод-вывода;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №62.

Подключение и программирование датчика углеводородных газов

Цель работы: научиться подключать и программировать датчик углеводородных газов к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Одна из самых важных задач в вопросе безопасности умного дома – обнаружение утечки газа. Для того, чтобы плата Arduino успешно решала задачи такого рода, нужно подключить к ней датчик газа MQ-2. Датчик MQ-2 (рис. 4.24) определит концентрацию углеводородных газов (пропан, метан, н-бутан), дыма (взвешенных частиц, являющихся результатом горения) и водорода в окружающей среде. Датчик можно использовать для обнаружения утечек газа и задымления. В газоанализатор встроенный нагревательный элемент, который необходим для химической реакции. Поэтому во время работы сенсор будет горячим. Для получения стабильных показаний новый сенсор необходимо один раз прогреть (оставить включенным) в течение 24 часов. После этого стабилизация после включения занимать около минуты.



Рисунок 25

В зависимости от уровня газа в атмосфере меняется внутреннее сопротивление датчика. MQ-2 имеет аналоговый выход, поэтому напряжение на этом выходе будет меняться пропорционально уровню газа в окружающей среде. Для определения по логическому уровню также имеется цифровой выход. На модуле датчика есть встроенный потенциометр, который позволяет настроить чувствительность этого датчика в зависимости от того, насколько точно вы хотите регистрировать уровень газа.

Теперь об единицах измерения. На территории бывшего Советского Союза, показатели принято измерять в процентах (%) или же непосредственно в массе к объему (мг/м³). В зарубежных странах применяет такой показатель как ppm.

Сокращение ppm расшифровывается как parts per million (частей на миллион). Например, 1 ppm = 0,0001%.

Диапазон измерений датчика:

- Пропан: 200–5000 ppm;
- Бутан: 300–5000 ppm;
- Метан: 500–20000 ppm;
- Водород: 300–5000 ppm.

Практическое задание

Подключение датчика MQ-2 к плате Arduino Mega мы будем производить по аналоговому входу. Питание для датчика берем также с платы Arduino. Схема соединений представлена на рис. 26.

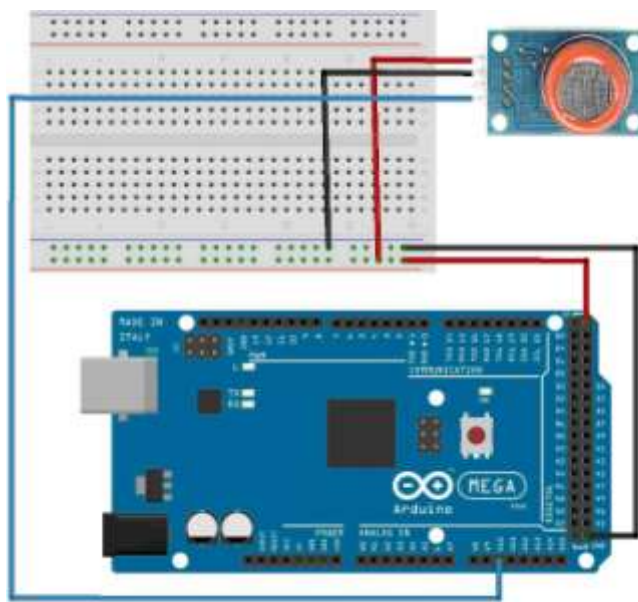


Рисунок 26

Загрузим на плату Arduino Mega скетч получения данных с датчика MQ-2 и вывода в последовательный порт Arduino. Процедуры определения по данным, приходящим с аналогового входа:

- `get_data_ppmpropan()` – содержание пропана в ppm;
- `get_data_ppmmethan()` – содержание метана в ppm;
- `get_data_ppmsmoke()` – содержание дыма.

Содержимое скетча представлено в листинге 11.1.

Загрузим скетч на плату Arduino Mega, откроем монитор последовательного порта и увидим вывод данных о содержании пропана, метана и дыма (рис. 27).

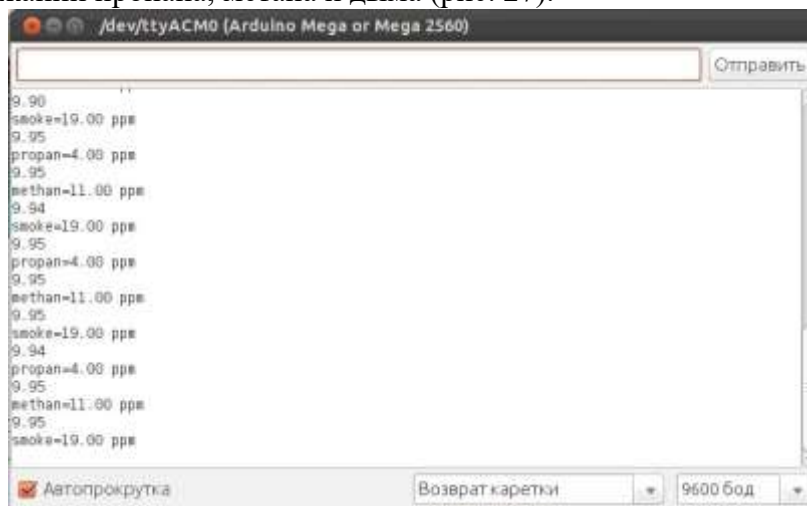


Рисунок 27

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;

в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №63.

Подключение и программирование датчика угарных газов

Цель работы: научиться подключать и программировать датчик угарных газов к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Основным источником выделения угарного газа CO, является сгорание углеродного топлива при недостаточном количестве кислорода. Углерод "не догорает" и вместо углекислого газа CO₂, в атмосферу выбрасывается угарный газ CO. Источником CO в доме, при неправильной эксплуатации, могут выступать дровяные печи, газовые конфорки, газовые котлы и прочая отопительная техника, работающая на углеродном топливе. В выхлопе бензинового двигателя автомобиля содержание CO может быть до 3%, а по гигиеническим нормам его должно быть не более 20 мг/м³ (около 0,0017%).

Угарный газ (CO) чрезвычайно ядовит, но при этом не обладает ни цветом, ни запахом. Попав в помещение с угарным газом, вы только по косвенным симптомам поймете, что подвергаетесь воздействию яда. Сначала головная боль, головокружение, одышка, сердцебиение, потом посинение тупа. Угарный газ соединяется с гемоглобином крови, отчего последний перестает переносить кислород тканям вашего организма, и первым страдает головной мозг и нервная система. Во-вторых, при определенных концентрациях он образует взрывоопасную смесь.

Поэтому датчик угарного газа – важный и необходимый компонент при построении "умного дома".



Рисунок 28

Практическое задание

Подключение датчика MQ-7 к плате Arduino Mega мы будем производить по аналоговому входу. Питание для датчика берем также с платы Arduino. Схема соединений представлена на рис. 29.

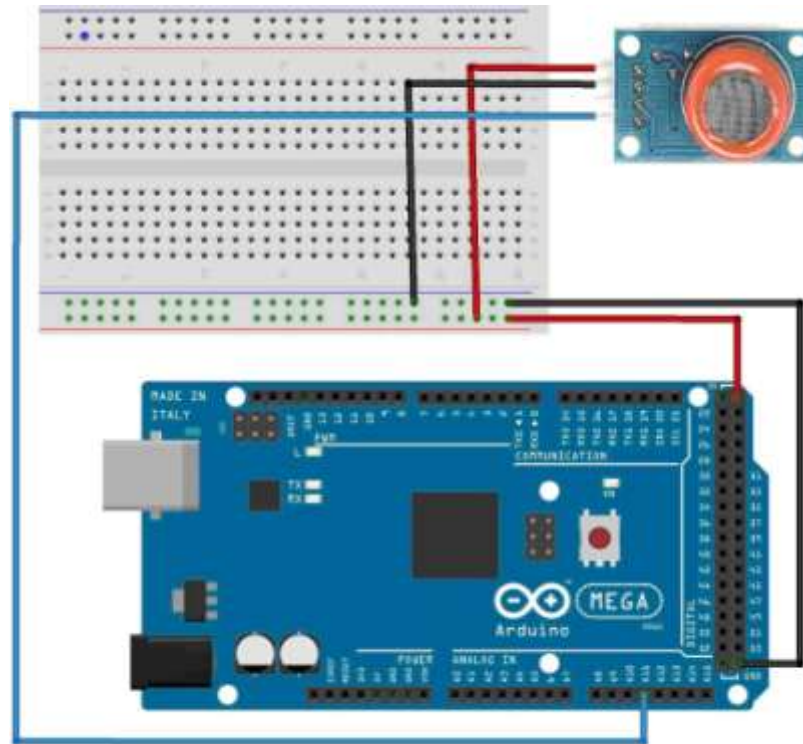


Рисунок 29

Загрузим на плату Arduino Mega скетч получения данных с датчика MQ-7 и вывода в последовательный порт Arduino. Процедуры определения по данным, приходящим с аналогового входа `ppmCarbonMonoxide()`.

Содержимое скетча представлено в листинге 12.1.

Загрузим скетч на плату Arduino Mega, откроем монитор последовательного порта и увидим вывод данных о содержании угарного газа CO.

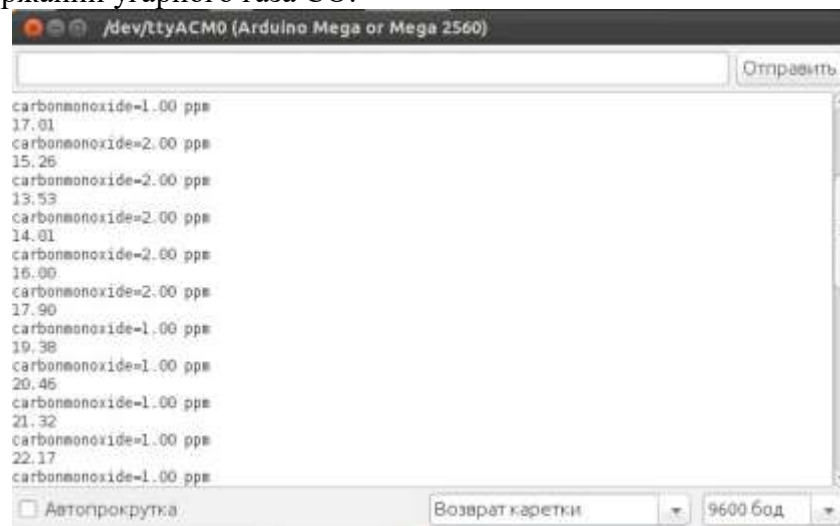


Рисунок 30

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы подключения устройств ввод-вывода;
- в) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №64.

Подключение и программирование модуля датчика огня

Цель работы: научиться подключать и программировать модуль датчика огня к микроконтроллеру Ардуино

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino, ПК с ПО Arduino IDE

Теоретические сведения

Модуль датчика огня Flame Sensor (рис. 31.) позволяет фиксировать наличие пламени или другого источника огня в прямой видимости перед собой.

Датчик имеет 4 контакта (питание, земля, аналоговый вывод и цифровой вывод, срабатывание которого (выдачу сигнала HIGH) можно настроить с помощью потенциометра). Номинальное напряжение питания – 5 В. Сенсор определяет наличие огня в углу чувствительности 60 °. Показания представляются в виде аналогового сигнала. Рабочая температура датчика пламени составляет от -25 до +85 градусов по Цельсию.

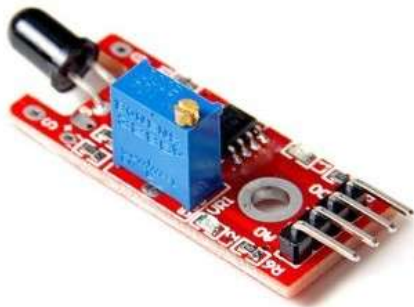


Рисунок 31

Практическое задание

Подключение модуля датчика Flame Sensor к плате Arduino Mega мы будем производить по аналоговому входу. Питание для датчика берем также с платы Arduino. Схема соединений представлена на рис. 32.

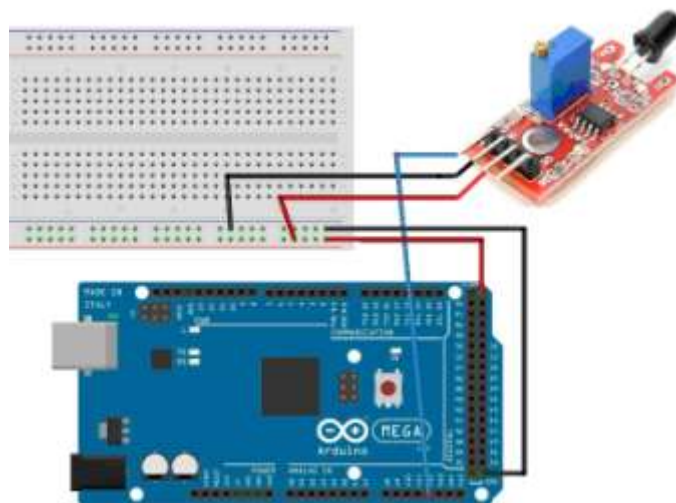


Рисунок 32

Загрузим на плату Arduino Mega скетч получения данных с модуля датчика Flame Sensor и вывода в последовательный порт Arduino. Процедура определения по данным, приходящим с аналогового входа `get_data_flame()`.

Содержимое скетча представлено в листинге 13.1.

Загрузим скетч на плату Arduino Mega, откроем монитор последовательного порта и увидим вывод данных с модуля датчика огня Flame Sensor (рис. 33).

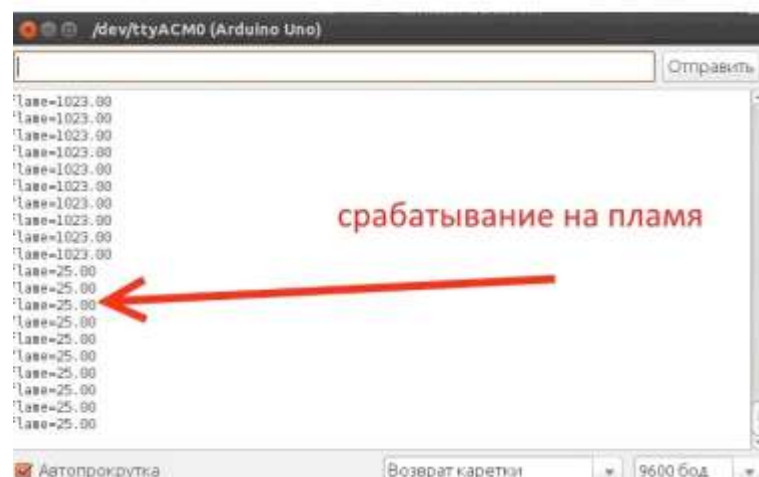


Рисунок 33

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы подключения устройств ввод-вывода;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Лабораторное занятие №65.

Управление умным домом через мобильное приложение

Цель работы: научиться подключать и программировать устройства умного дома на базе МК Ардуино с использованием приложений

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях;
- применять выбранные языки программирования для написания программного кода;
- использовать выбранную среду программирования;
- применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода

Материальное обеспечение: Стартовый набор для изучения Arduino (в комплекте с модулем NodeMCU!), ПК с ПО Arduino IDE, мобильное устройство с IoT Manager

Теоретические сведения

IoT Manager – это мобильное приложение для телефонов и планшетов, совмещающего в себе табло для отображения данных с датчиков и пульт для управления исполнительными устройствами. Существуют версии для Android и iOS, которые можно скачать в GooglePlay и AppStore www.iotmanager.ru. Но прежде, чем скачивать приложение, определимся с брокером. В качестве брокеров выбираем сервис CloudMQTT.com (<https://www.cloudmqtt.com/>), в котором можно создать бесплатный аккаунт (по ссылке Control Panel). Для регистрации необходимо ввести адрес электронной почты (в качестве логина) и пароль (см. рис.34).

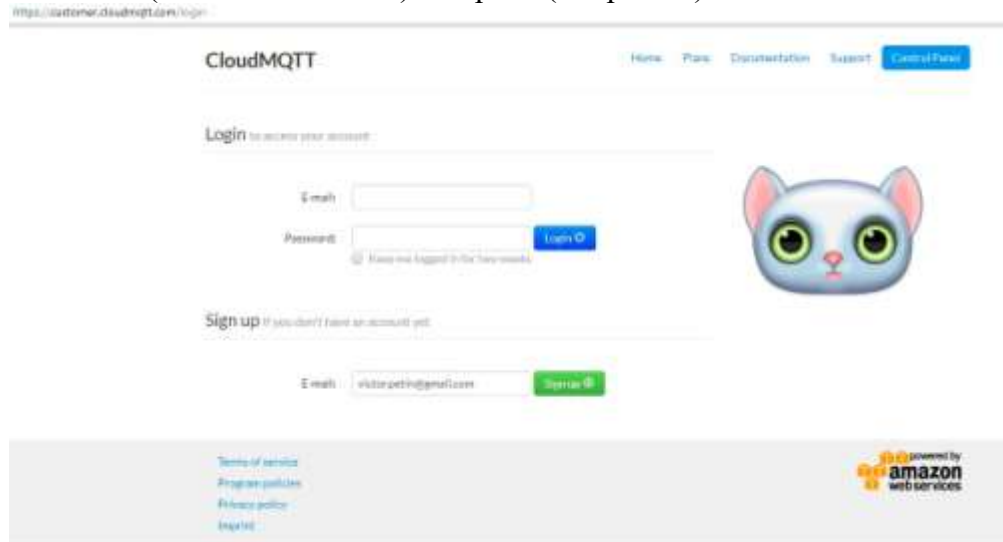


Рисунок 34

Сразу попадаем в панель управления и создаем брокер (нажатие по кнопке +Create). Вводим название, выбираем датацентр (Европа или США), тарифный план — бесплатный Cute Cat и сохраняем (рис. 35). Можно создать несколько брокеров.

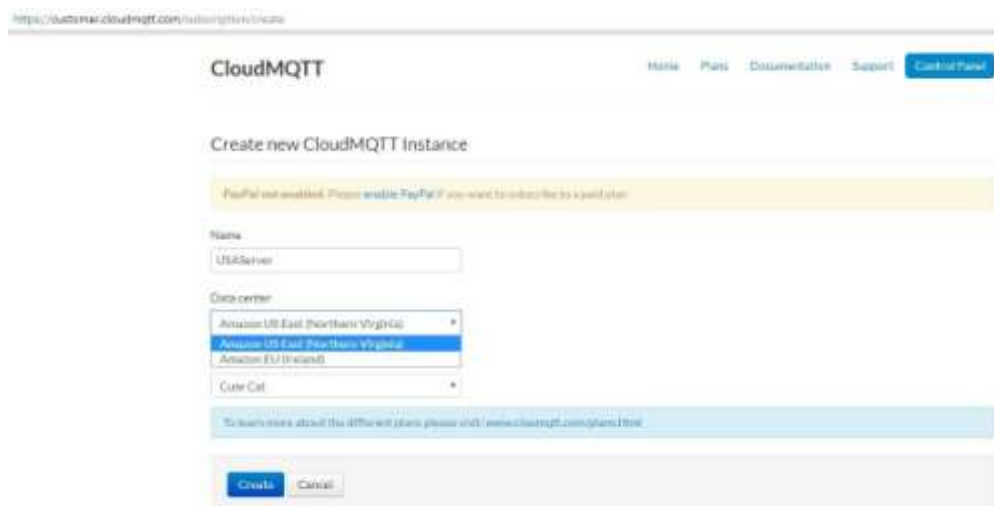


Рисунок 35

Теперь нажимаем на кнопку Details (см. рис. 36).

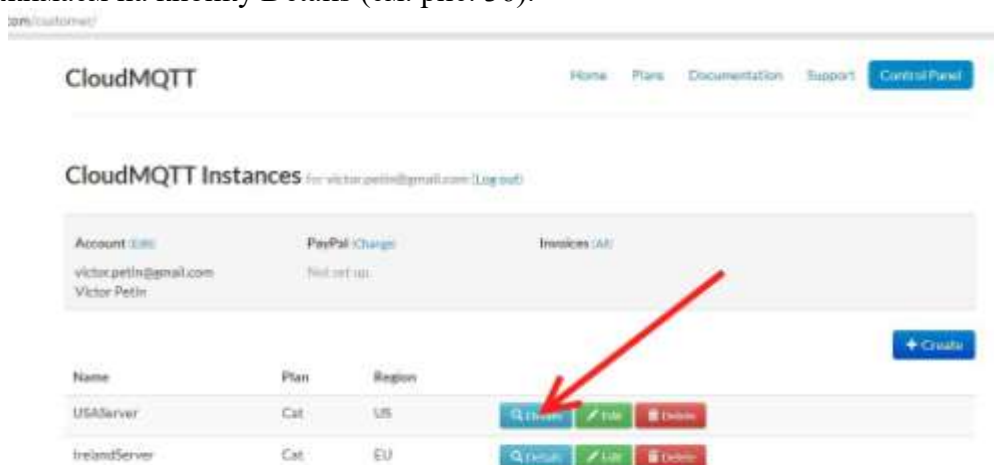


Рисунок 36

Попадаем в настройки (рис. 37). Нам необходимы следующие:

- имя хоста m13.cloudmqtt.com;
- порт 18274 (для скетча Arduino IDE);
- WebSockets порт 38274 (для мобильного приложения).

Здесь же находится менеджер пользователей, где можно создать пользователей для доступа к данным брокера и назначить им права (Read, Write). В поле Topic вводим # (ко всем топикам) (см. рис. 38).

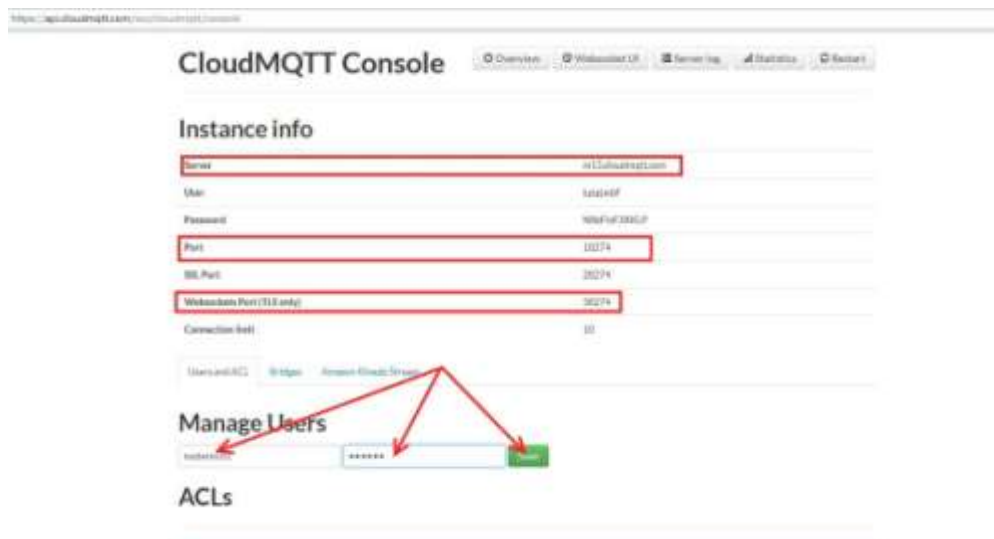


Рисунок 37

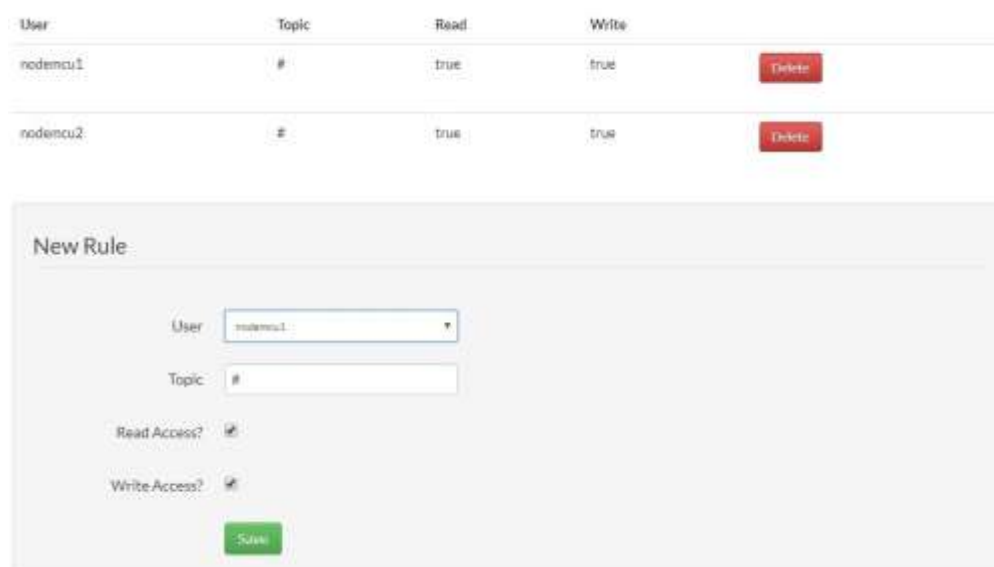


Рисунок 38

Теперь можно скачать и установить мобильное приложение IoTManager. Запускаем. Необходимо произвести настройку. Нажимаем на Settings (рис.39) и в появившейся форме вносим данные своего брокера (рис.40):

- MQTT hostname – m13.cloudmqtt.com;
- MQTT Websocket port – 38274;
- MQTT username – nodemcu1;
- MQTT password.

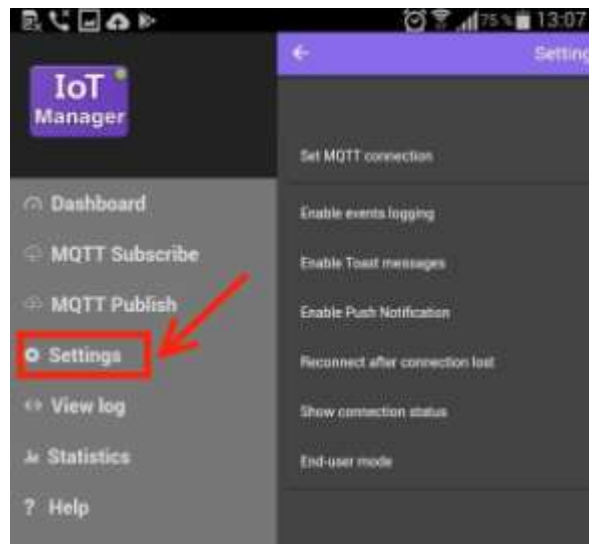


Рисунок 39



Рисунок 40

Теперь выходим на страницу Dashboard и должны увидеть установленное соединение (рис. 41). Надпись No data не должна вас смущать – данные в топики еще не передавались.

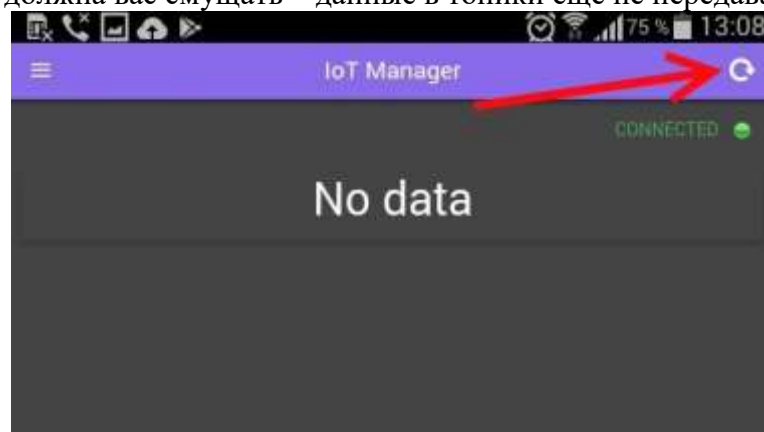


Рисунок 41

Практическое задание 1

Для проверки работы брокера загрузим на плату NodeMcu тестовый пример, который приведен в листинге 14.1. В скетч необходимо внести изменения – свои данные для точки доступа Wi-Fi, а также данные своего брокера:

```
const char *ssid = "MacBook-Pro-Victor";
```

```
const char *pass = "*****";
.....
String mqttServerName = "m13.cloudmqtt.com";
int  mqttport = 18274;
String mqttuser = "nodemcu1";
String mqttpass = "*****";
```

Также необходимо установить в Arduino IDE библиотеку PubSubClient, скачать которую можно на сайте www.arduino-kit.ru по ссылке. Загружаем скетч на плату NodeMCU и открываем монитор последовательного порта, где видим отправку данных брокеру с платы (рис. 42).

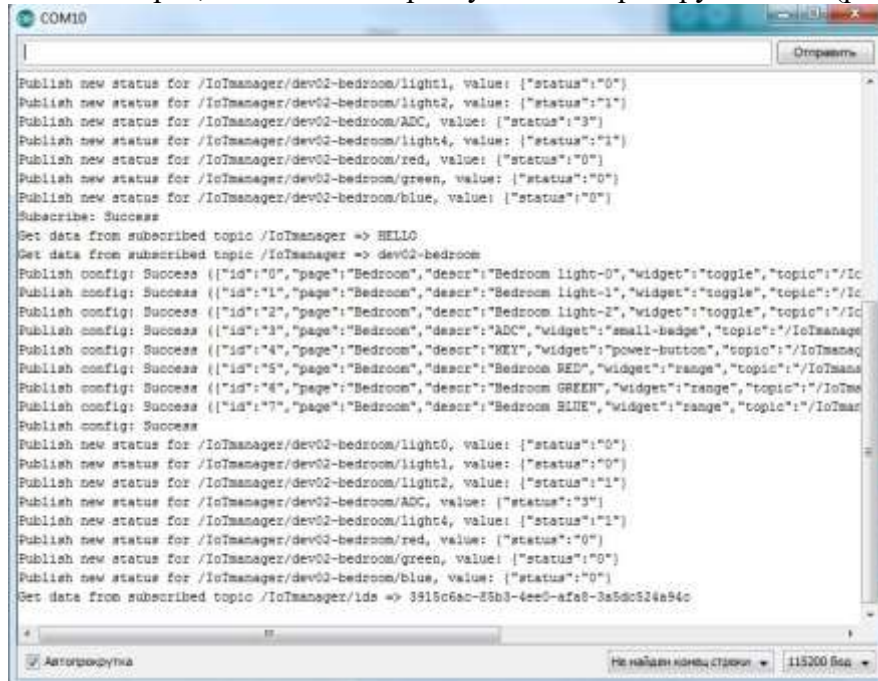


Рисунок 42

Как только началась отправка данных с платы NodeMCU брокеру, в мобильном приложении появятся эти данные (рисунок 43).

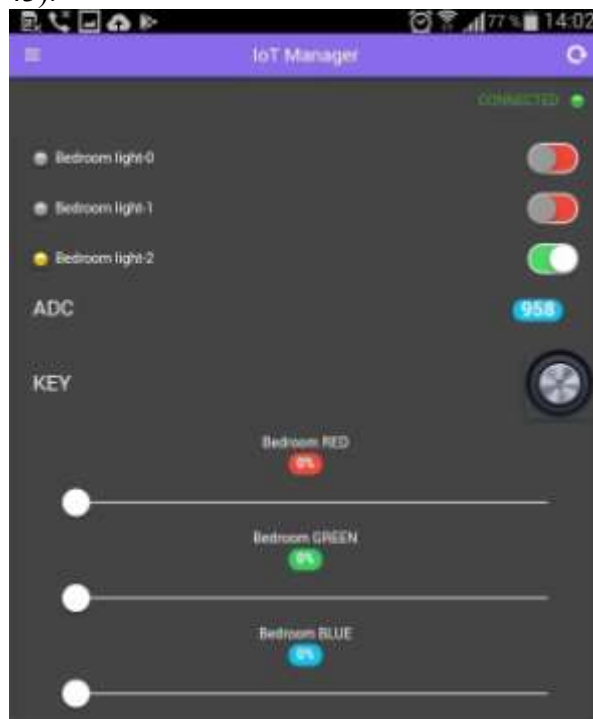


Рисунок 43

Мы можем также посмотреть и список тем, на которые подписано мобильное устройство (рис. 44).

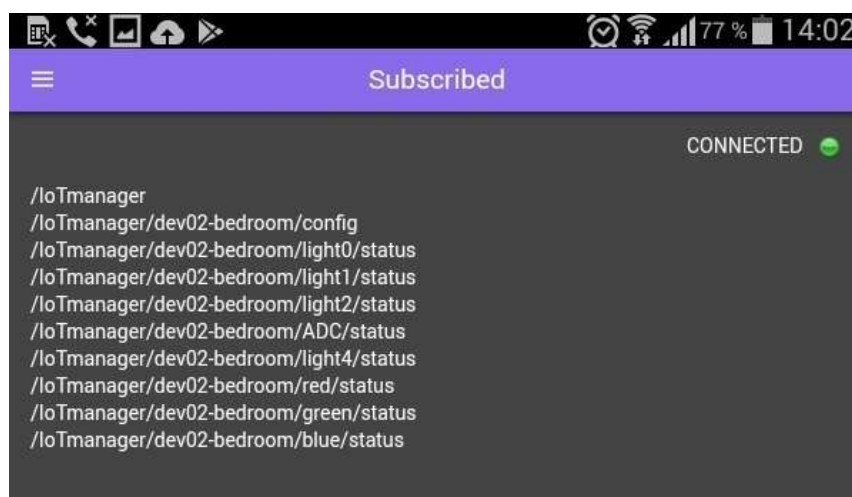


Рисунок 44

Но IoTManager не только подписан на темы, но также выступает в роли publisher – публикует данные в темы. Это значения слайдеров и статус кнопки. Эти данные плата NodeMCU, подписанная в качестве subscriber на эти темы, может использовать для управления, подключенными к плате устройствами.

Скетч 9.1

Практическое задание 2

Рассмотрим подробнее отправку данных с датчиков нашего умного дома брокеру. Будем отправлять брокеру данные с двух датчиков DHT22 и DS18B20. Правки осуществляем в скетче из предыдущей главы. Устанавливаем количество виджетов для отображения по количеству датчиков:

```
const int nWidgets = 2;
String stat      [nWidgets];
String sTopic    [nWidgets];
String color     [nWidgets];
String style     [nWidgets];
String badge     [nWidgets];
String widget    [nWidgets];
String descr     [nWidgets];
String page      [nWidgets];
String thing_config[nWidgets];
String id        [nWidgets];
int    pin       [nWidgets];
float   defaultVal [nWidgets];
bool   inverted   [nWidgets];
```

В процедуре initVar() прописываем настройки для виджетов, параметр page[] (вкладка(страница) в Iot Manager для отображения виджетов) устанавливаем SensorsNodemcu, параметр pin[] нам не нужен, т.к. данные датчиков мы будем получать программно, а не с пинов, тип для defaultVal[] назначаем float.

```

    id    [0] = "0";
    page  [0] = "SensorsNodemcu";
    descr [0] = "DHT22";
    widget[0] = "small-badge";
    //pin   [0] = A0;
    sTopic[0] = prefix + "/" + deviceID + "/DHT22";
    badge [0] = "\"badge\": \"badge-calm\"";
    style [0]  = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

    id    [1] = "1";
    page  [1] = " SensorsNodemcu ";
    descr [1] = "DS18B20";
    widget[1] = "small-badge";
    //pin   [1] = A0;
    sTopic[1] = prefix + "/" + deviceID + "/DS18B20";
    badge [1] = "\"badge\": \"badge-calm\"";
    style [1]  = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

```

Параметры конфигурации отображения датчиков, которые необходимо направить брокеру:

```

thing_config[0] = "{\"id\": \"" + id[0] + "\", \"page\": \"" + page[0] + "\", \"descr\": \"" + descr[0] +
 "\", \"widget\": \"" + widget[0] + "\", \"topic\": \"" + sTopic[0] + "\", \"badge\": \"" + badge[0] + "\", \"style\": \"" + style[0] + "\"}"; //
DHT11

```

```

thing_config[1] = "{\"id\": \"" + id[1] + "\", \"page\": \"" + page[1] + "\", \"descr\": \"" + descr[1] +
 "\", \"widget\": \"" + widget[1] + "\", \"topic\": \"" + sTopic[1] + "\", \"badge\": \"" + badge[1] + "\", \"style\": \"" + style[1] + "\"}"; //
ds18b20

```

Вносим изменения в функцию callback:

```

void callback(const MQTT::Publish& sub) {
    Serial.print("Get data from subscribed topic ");
    Serial.print(sub.topic());
    Serial.print(" => ");
    Serial.println(sub.payload_string());

    if (sub.topic() == sTopic[0] + "/control") {
        // DHT22
    } else if (sub.topic() == sTopic[1] + "/control") {
        // DS18B20 display only
    } else if (sub.topic() == prefix) {
        if (sub.payload_string() == "HELLO") {
            pubConfig();
        }
    }
}

```

Данные отправляем каждые 10 сек:

```

if (client.connected()) {
  newtime = millis();
  if (newtime - oldtime > 10000) { // 10 sec
    float x = get_data_humidity();
    val = "{\"status\":\"\" + String(x) + "\"}";
    client.publish(sTopic[0] + "/status", val ); // widget 0
    x = get_data_ds18b20();
    val = "{\"status\":\"\" + String(x) + "\"}";
    client.publish(sTopic[1] + "/status", val ); // widget 1
    oldtime = newtime;
  }
  client.loop();
}

```

Функции получения данных с датчиков DHT22 – get_data_humidity():

```

float get_data_humidity() {
  float h = dht.readHumidity();
  return h;
}

```

И датчика температуры DS18B20 – get_data_ds18b20().

Полный скетч приведен в листинге 14.2. Загружаем его на плату NodeMCU, открываем монитор последовательного порта и видим отправку данных с датчиков (рис. 45).

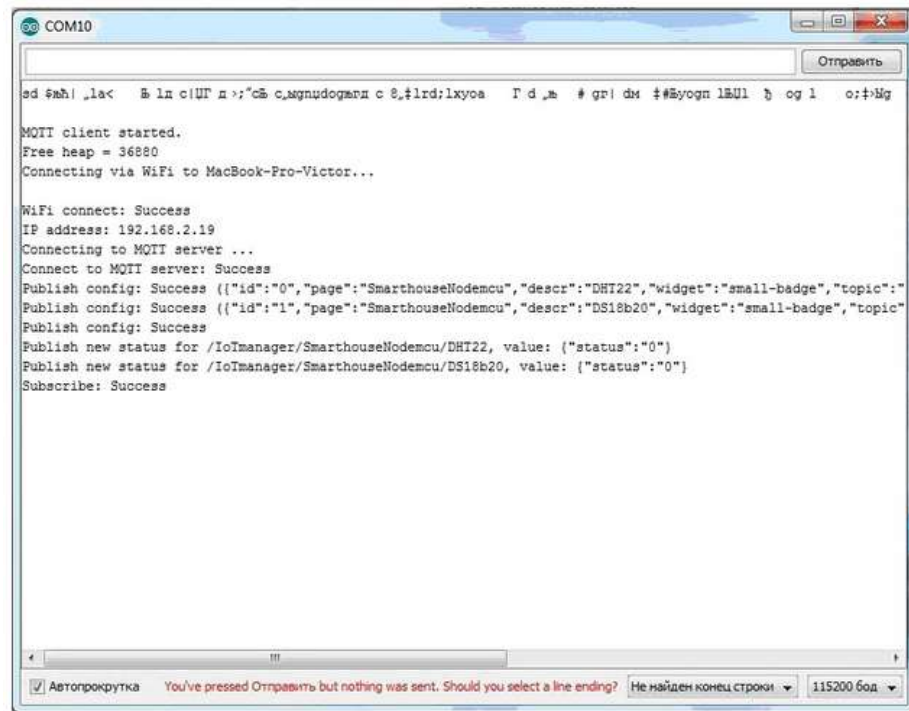


Рисунок 45

И смотрим данные на смартфоне в приложении IoT Manager (рис. 46).



Рисунок 46

Практическое задание 3

В данном задании рассмотрим управление исполнительными устройствами, подключенными к NodeMCU, из мобильного приложения IoT Manager. В скетч для NodeMCU необходимо внести следующие изменения. Изменяем количество виджетов для отображения (увеличение на количество исполнительных устройств):

```
const int nWidgets = 5;
```

В процедуре `initVar()` прописываем настройки для виджетов управления исполнительными устройствами, нам необходим виджет `toggle`. Параметру `page[]` присваиваем значение `RelaysNodeMcu`, что позволит на экране мобильного приложения IoT Manager разделять датчики и исполнительные устройства по разным вкладкам.

```
id    [2] = "2";
page  [2] = "RelaysNodeMcu";
descr [2] = "Light";
widget[2] = "toggle";
//pin[0] = 4;
defaultVal[2] = 0;
inverted[2] = false;
sTopic[2] = prefix + "/" + deviceID + "/light";
color[2] = "\"color\": \"red\"";

id    [3] = "3";
page  [3] = "RelaysNodeMcu";
descr [3] = "Pump";
widget[3] = "toggle";
//pin[0] = 4;
defaultVal[3] = 0;
inverted[3] = false;
sTopic[3] = prefix + "/" + deviceID + "/pump";
color[3] = "\"color\": \"red\"";

id    [4] = "4";
page  [4] = "RelaysNodeMcu";
descr [4] = "Fun";
widget[4] = "toggle";
//pin[0] = 4;
defaultVal[4] = 0;
inverted[4] = false;
sTopic[4] = prefix + "/" + deviceID + "/fun";
color[4] = "\"color\": \"red\"";
```

Добавляем параметры конфигурации отображения виджетов управления исполнительными устройствами, которые необходимо направить брокеру:

```
thing_config[2] = "{\"id\":\"" + id[2] + "\",\"page\":\"" + page[2] + "\",\"descr\":\"" + descr[2] + 
"\" ,\"widget\":\"" + widget[2] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[2] + "\",\"color\":\"" + color[2] + "\"}";
```

```
thing_config[3] = "{\"id\":\"" + id[3] + "\",\"page\":\"" + page[3]+ "\",\"descr\":\"" + descr[3] +
 "\",\"widget\":\"" + widget[3] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[3] + "\",\"" + color[3] + "\"}";
thing_config[4] = "{\"id\":\"" + id[4] + "\",\"page\":\"" + page[4]+ "\",\"descr\":\"" + descr[4] +
 "\",\"widget\":\"" + widget[4] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[4] + "\",\"" + color[4] + "\"}";
```

Необходимо обрабатывать получаемые из брокера сообщения об изменении статуса исполнительных устройств. Вносим изменения в функцию callback:


```

void callback(const MQTT::Publish& sub) {
    Serial.print("Get data from subscribed topic ");
    Serial.print(sub.topic());
    Serial.print(" => ");
    Serial.println(sub.payload_string());

    if (sub.topic() == sTopic[2] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[2] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[2] = stat1;
        }
        digitalWrite(pin[2],newValue);
        pubStatus(sTopic[2], stat[2]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[0] + "/control") {
        // ADC : nothing, display only
    } else if (sub.topic() == sTopic[1] + "/control") {
        // ADC : nothing, display only
    } else if (sub.topic() == sTopic[2] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[2] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[2] = stat1;
        }
        datarelays[0]= newValue;
        set_status_relays();
        pubStatus(sTopic[2], stat[2]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[3] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[3] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[3] = stat1;
        }
        datarelays[1]= newValue;
        set_status_relays();
        pubStatus(sTopic[3], stat[3]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[4] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[4] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[4] = stat1;
        }
        datarelays[2]= newValue;
        set_status_relays();
        pubStatus(sTopic[4], stat[4]);
    } else if (sub.topic() == prefix) {
        if (sub.payload_string() == "HELLO") {
            pubConfig();
        }
    }
}
}

```

Функция `set_status_relays()` включает/выключает исполнительные устройства:

```
void set_status_relays() {
    int relays=0;
    for(int i=0;i<7;i++)
        relays=relays + ( datarelays[i]<<i);
    // записать данные в PORT B
    Wire.beginTransmission(0x20);
    Wire.write(0x13); // address PORT B
    Wire.write(relays); // PORT B
    Wire.endTransmission();
    delay(100); // пауза
}
```

Полный скетч приведен в листинге 14.3. Загружаем его на плату NodeMCU, открываем монитор последовательного порта и видим отправку данных с датчиков (рис. 47).

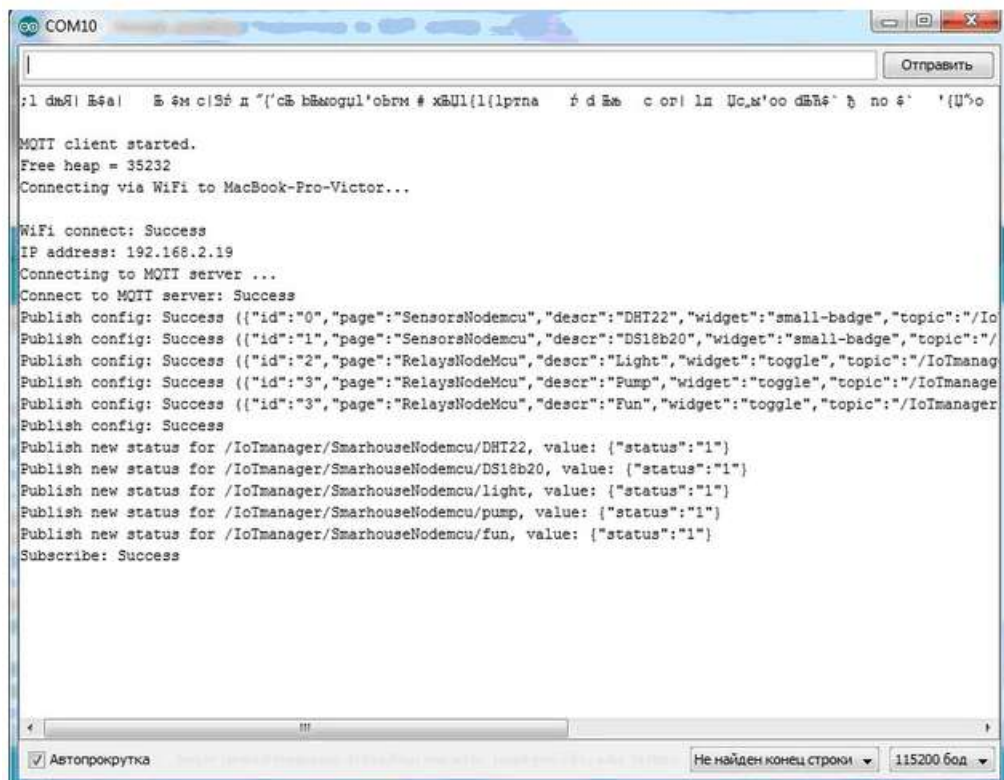
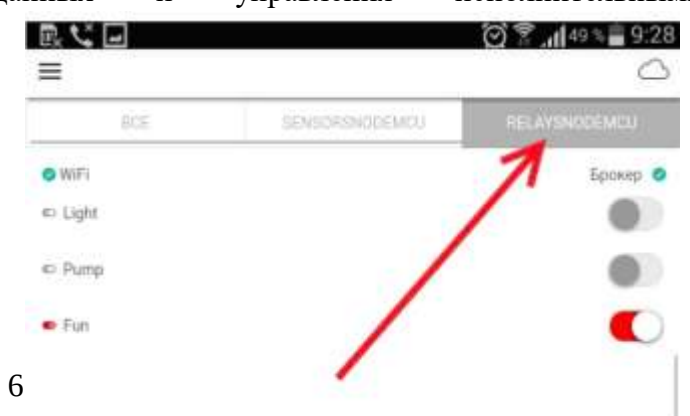


Рисунок 47

И смотрим данные на смартфоне в приложении IoT Manager (рис. 48). Виджеты получения данных и управления исполнительными



устройствами расположены в разных вкладках (рис.49).

Рисунок 48

Изменение состояния toggle к публикации измененных данных в тему /IoTmanager/SmarhouseNodemcu/xxx и плата NodeMCU, получая эти данные(см. рис. 50), изменяет состояние соответствующего исполнительного устройства.

Рисунок 49

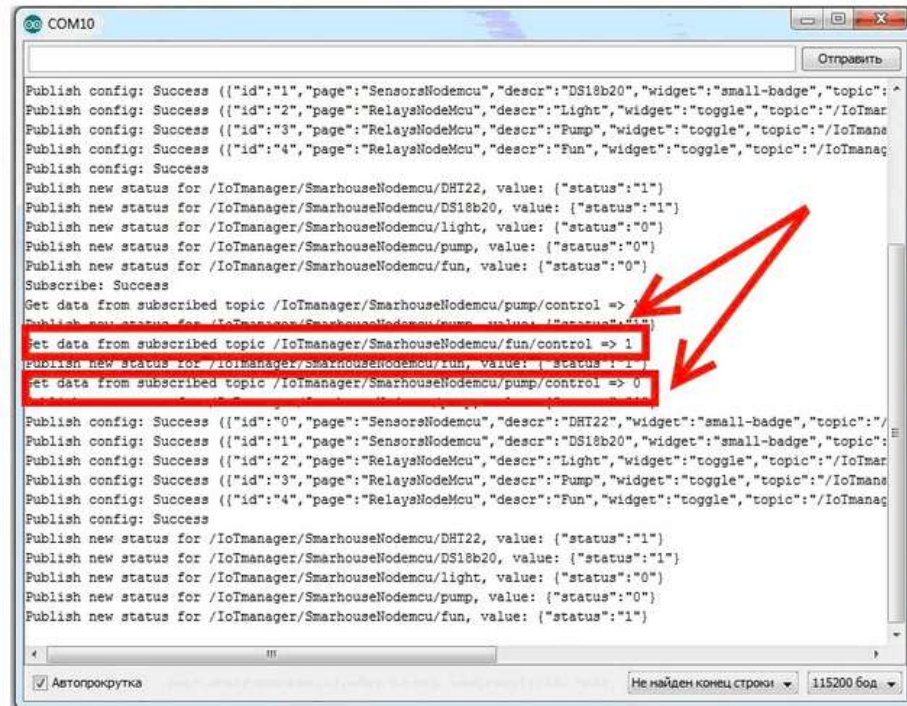


Рисунок 50

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы подключения устройств ввод-вывода;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Листинги программ

Листинг 1.1

```
const int LED=10; // вывод для подключения светодиода 10 (D10)
void setup()
{
  // Конфигурируем вывод подключения светодиода как выход (OUTPUT)
  pinMode(LED, OUTPUT);
}
void loop()
{
  // включаем светодиод, подавая на вывод 1 (HIGH)
  digitalWrite(LED,HIGH);
  // пауза 1 сек (1000 мс)
  delay(1000);
  // выключаем светодиод, подавая на вывод 0 (LOW)
  digitalWrite(LED,LOW);
  // пауза 1 сек (1000 мс)
  delay(1000);
}
```

Листинг 1.2

```
const int LED=10; // Контакт 10 для подключения светодиода
const int BUTTON=2; // Контакт 2 для подключения кнопки
int tekButton = LOW; // Переменная для сохранения текущего состояния кнопки
int prevButton = LOW; // Переменная для сохранения предыдущего состояния
// к нопки
boolean ledOn = false; // Текущее состояние светодиода (включен/выключен)
void setup()
{
  // Сконфигурировать контакт светодиода как выход
  pinMode (LED, OUTPUT);
  // Сконфигурировать контакт кнопки как вход
  pinMode (BUTTON, INPUT);
}
void loop()
{
  tekButton=digitalRead(BUTTON);
  if (tekButton == HIGH && prevButton == LOW)
  {
    // нажатие кнопки – изменить состояние светодиода
    ledOn=!ledOn;
    digitalWrite(LED, ledOn);
  }
  prevButton=tekButton;
}
```

Листинг 1.3

```
const int LED=10; // Контакт 10 для подключения светодиода
const int BUTTON=2; // Контакт 2 для подключения кнопки
int tekButton = LOW; // Переменная для сохранения текущего состояния кнопки
int prevButton = LOW; // Переменная для сохранения предыдущего состояния
// к кнопки
boolean ledOn = false; // Текущее состояние светодиода (включен/выключен)
void setup()
{
  // Сконфигурировать контакт светодиода как выход
  pinMode(LED, OUTPUT);
  // Сконфигурировать контакт кнопки как вход
  pinMode(BUTTON, INPUT);
}
// Функция сглаживания дребезга. Принимает в качестве
// аргумента предыдущее состояние кнопки и выдает фактическое.
boolean debounce(boolean last)
{
  boolean current = digitalRead(BUTTON); // Считать состояние кнопки,
  if (last != current) // если изменилось...
  {
    delay(5); // ждем 5 м с
    current = digitalRead(BUTTON); // считываем состояние кнопки
    return current; // возвращаем состояние кнопки
  }
}
void loop()
{
  tekButton = debounce(prevButton);
  if (prevButton == LOW && tekButton == HIGH) // если нажатие...
  {
    ledOn = !ledOn; // инвертировать значение состояния светодиода
  }
  prevButton = tekButton;
  digitalWrite(LED, ledOn); // изменить статус состояния светодиода
}
```

Листинг 1.4

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
  lcd.print("Egor !");
}
void loop()
{
  }
```

```
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(millis()/1000);
```

Листинг 2.1

```
// Подключение библиотек  
#include <SPI.h>  
#include <MFRC522.h>  
// константы подключения контактов SS и RST  
#define RST_PIN 9  
#define SS_PIN 10  
// Инициализация MFRC522  
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance.  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600); // инициализация последовательного порта  
  SPI.begin(); // инициализация SPI  
  mfrc522.PCD_Init(); // инициализация MFRC522  
}  
void loop()  
{  
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())  
    return;  
  // чтение карты  
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())  
    return;  
  // показать результат чтения UID и тип метки  
  Serial.print(F("Card UID:"));  
  dump_byte_array(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size);  
  Serial.println();  
  Serial.print(F("PICC type: "));  
  byte piccType = mfrc522.PICC_GetType(mfrc522.uid.sak);  
  Serial.println(mfrc522.PICC_GetTypeName(piccType));  
  delay(2000);  
}  
// Вывод результата чтения данных в HEX-виде  
void dump_byte_array(byte *buffer, byte bufferSize)  
{  
  for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)  
  {  
    Serial.print(buffer[i] < 0x10 ? " 0" : " ");  
    Serial.print(buffer[i], HEX);  
  }  
}
```

Листинг 2.2

```
// Подключение библиотек  
#include <SPI.h>  
#include <MFRC522.h>  
// константы подключения контактов SS и RST  
#define RST_PIN 9  
#define SS_PIN 10
```

```

// Инициализация MFRC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // Create MFRC522 instance.
MFRC522:MIFARE_Key key;
byte sector = 1;
byte blockAddr = 4;
byte dataBlock[] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
byte trailerBlock = 7;
byte status;
byte buffer[18];
byte size = sizeof(buffer);
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // инициализация последовательного порта
  SPI.begin(); // инициализация SPI
  mfrc522.PCD_Init(); // инициализация MFRC522
  // Значение ключа (A или B) – FFFFFFFFh значение с завода
  for (byte i = 0; i < 6; i++)
    key.keyByte[i] = 0xFF;
}
void loop()
{
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
    return;
  // чтение карты
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
    return;
  // показать результат чтения UID и тип метки
  Serial.print(F("Card UID:"));
  dump_byte_array(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size);
  Serial.println();
  Serial.print(F("PICC type: "));
  byte piccType = mfrc522.PICC_GetType(mfrc522.uid.sak);
  Serial.println(mfrc522.PICC_GetTypeName(piccType));
  // Чтение данных из блока 4
  Serial.print(F("Reading data from block "));
  Serial.print(blockAddr);
  Serial.println(F(" ..."));
  Serial.print(F("Data for count ")); Serial.print(blockAddr);
  Serial.println(F(":"));
  dump_byte_array(buffer, 2); Serial.println();
  Serial.println();
  for (byte i = 0; i < 16; i++) // запись в buffer[]
    dataBlock[i]=buffer[i];
  // получение байт счетчика (0 и 1)
  int count1=(buffer[0]<<8)+buffer[1];
  Serial.print("count1=");Serial.println(count1);
  count1=count1+1; // инкремент счетчика
  dataBlock[0]=highByte(count1);
  dataBlock[1]=lowByte(count1);
  // Аутентификация key B

```



```

Serial.println(F("Authenticating again using key B..."));
// Запись данных в блок
Serial.print(F("Writing data into block "));
Serial.print(blockAddr);
Serial.println(F(" ..."));
dump_byte_array(dataBlock, 2); Serial.println();
}
// Вывод результата чтения данных в HEX-виде
void dump_byte_array(byte *buffer, byte bufferSize)
{
for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)
{
Serial.print(buffer[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
Serial.print(buffer[i], HEX);
}
}

```

Листинг 3.1

```

int detectedLED = 13;           // Указываем пин
int readyLED = 12;             // Указываем пин
int waitLED = 11;              // Указываем пин

int pirPin = 7;                 // Указываем пин датчика
int motionDetected = 0;         // Переменная для обнаружения движения
int pirValue;                   // Переменная для сохранения значения из PIR

void setup()
{
  pinMode(detectedLED, OUTPUT); // Установка пин как выход
  pinMode(readyLED, OUTPUT);    // Установка пин как выход
  pinMode(waitLED, OUTPUT);     // Установка пин как выход
  pinMode(pirPin, INPUT);       // Установка пин как вход

  // Начальная задержка 1 минута, для стабилизации датчика//
  digitalWrite(detectedLED, LOW);
  digitalWrite(readyLED, LOW);
  digitalWrite(waitLED, HIGH);
  delay(60000);
  digitalWrite(readyLED, HIGH);
  digitalWrite(waitLED, LOW);
}

void loop()
{
  pirValue = digitalRead(pirPin); // Считываем значение от датчика движения
  if (pirValue == 1)               // Если движение есть, делаем задержку в 3с.
  {
    digitalWrite(detectedLED, HIGH);
    motionDetected = 1;
    delay(3000);
  }
}

```

```

else
{
digitalWrite(detectedLED, LOW);
}

// Задержка после срабатывания //
if (motionDetected == 1)
{
digitalWrite(detectedLED, LOW);
digitalWrite(readyLED, LOW);
digitalWrite(waitLED, HIGH);
delay(6000);
digitalWrite(readyLED, HIGH);
digitalWrite(waitLED, LOW);
motionDetected = 0;
}
}

```

Листинг 4.1

```

#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2 // Тот самый номер пина, о котором упоминалось выше
// Одна из следующих строк закомментирована. Снимите комментарий, если подключаете датчик
DHT11 к arduino
DHT dht(DHTPIN, DHT22); //Инициация датчика
//DHT dht(DHTPIN, DHT11);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}
void loop() {
  delay(2000); // 2 секунды задержки
  float h = dht.readHumidity(); //Измеряем влажность
  float t = dht.readTemperature(); //Измеряем температуру
  if (isnan(h) || isnan(t)) { // Проверка. Если не удастся считать показания, выводится «Ошибка
считывания», и программа завершает работу
    Serial.println("Ошибка считывания");
    return;
  }
  Serial.print("Влажность: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %\t");
  Serial.print("Температура: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" *C "); //Вывод показателей на экран
}

```

Листинг 5.1

```

#include <OneWire.h>
OneWire ds(10); // линия 1-Wire будет на pin 10
#include <LiquidCrystal.h>
// инициализация с указанием контактов подключения
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);

```

```

void setup(void)
{
  Serial.begin(9600);
  // установить размерность дисплея
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
}

void loop(void)
{
  int t=get_temp();
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(t/16);lcd.print(".");lcd.print((t%16)*100/16);
}

// получение данных с датчика DS18B20
int get_temp()
{
  byte i;
  byte present = 0;
  byte data[12];
  byte addr[8];
  int Temp;
  if ( !ds.search(addr))
  {Serial.print("No more addresses.\n");
  ds.reset_search();
  return -1;
  }
  // вывод в монитор уникального адреса 1-Wire устройства
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("R=");
  for( i = 0; i < 8; i++)
  {lcd.print(addr[i], HEX);lcd.print(" ");}
  if ( OneWire:crc8( addr, 7) != addr[7])
  {
    Serial.print("CRC is not valid!\n");
    return -1;
  }
  if ( addr[0] != 0x28)
  {
    Serial.print("Device is not a DS18S20 family device.\n");
    return -1;
  }
  ds.reset();
  // запустить конвертацию температуры датчиком
  ds.write(0x44,1);
  delay(750); // ждем 750 мс
  present = ds.reset();
  ds.select(addr);
  ds.write(0xBE); /
  // считываем ОЗУ датчика

```

```

for ( i = 0; i < 9; i++)
{ data[i] = ds.read();}
Temp=(data[1]<<8)+data[0];
return Temp;
}

```

Листинг 6.1

```

#include <Servo.h> // подключение библиотеки Servo
Servo servo1;
const int pinServo=8; // пин для подключения сервопривода
int pos = 0; // переменная для хранения позиции сервопривода
int dir =1; // направление перемещения сервопривода
// Выводы для подключения HC-SR04 Trig - 12, Echo - 13
Ultrasonic ultrasonic(12, 13);
float dist_cm; // переменная для дистанции, см
// подключить динамик к pin 9
int speakerPin = 9;
void setup()
{
// подключить переменную servo1 к выводу pinServo1
servo1.attach(pinServo1);
pinMode(speakerPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
servo1.write(pos); // поворот сервоприводов на полученный угол
delay(15); // пауза для ожидания поворота сервоприводов
float dist_cm = ultrasonic.Ranging(CM);
if(dist_cm<100 && dist_cm>20)
tone(speakerPin,); // включить пьезозуммер
else
{
tone(speakerPin,0); // отключить пьезозуммер
pos=pos+dir; // изменение переменной положения сервопривода
if(pos==0 || pos==180)
dir=dir*(-1); // изменение направления движения
}
}
}

```

Листинг 7.1

```

boolean statuslamp; // состояние лампы: true - включено, false - выключено

void setup() {
pinMode(12,OUTPUT); // пин 12 со светодиодом будет выходом (англ. «output»)
pinMode(A0,INPUT); // к аналоговому входу A0 подключим датчик (англ. «input»)
statuslamp=false; // начальное состояние - лампа выключена
Serial.begin(9600); // подключаем монитор порта
}

void loop() {
Serial.println (analogRead(A0)); // выводим значение датчика на монитор
}

```

```

if(analogRead(A0)>60) {
    statuslamp=!statuslamp; // меняем статус лампы при регистрации хлопка
    digitalWrite(12,statuslamp); // переключаем светодиод на выходе 12
    delay(20); // задержка, "дребезга" хлопков
}
}

```

Листинг 8.1

```

int light; // переменная для хранения данных фоторезистора
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
    light = analogRead(0);
    Serial.println(light);
    delay(100);
}

```

Листинг 8.2

```

// Контакт подключения светодиодов
const int leds[]={3,4,5,6,7,8,9,10};
const int LIGHT=A0; // Контакт A0 для входа фоторезистора
const int MIN_LIGHT=200; // Нижний порог освещенности
const int MAX_LIGHT=900; // верхний порог освещенности
// Переменная для хранения данных фоторезистора
int val = 0;
void setup()
{
    // Сконфигурировать контакты светодиодов как выход
    for(int i=0;i<8;i++)
        pinMode(leds[i],OUTPUT);
}
void loop()
{
    val = analogRead(LIGHT); // Чтение показаний фоторезистора
    // Применение функции map()
    val = map(val, MIN_LIGHT, MAX_LIGHT, 8, 0);
    // ограничиваем, чтобы не превысило границ
    val = constrain(val, 0, 8);
    // зажечь кол-во светодиодов, пропорциональное освещенности,
    // остальные потушить
    for(int i=1;i<9;i++)
    {
        if(i>=val) // зажечь светодиоды
            digitalWrite(leds[i-1],HIGH);
        else // потушить светодиоды
            digitalWrite(leds[i-1],LOW);
    }
    delay(1000); // пауза перед следующим измерением
}

```

```
}
```

Листинг 9.1

```
#define INTERVAL_GET_DATA 2000 // интервала измерений, мс
#define SOILMOISTUREPIN A8 // пин подключения контакта A0
// значение полного полива
#define MINVALUESOILMOISTURE 220
// значение критической сухости
#define MAXVALUESOILMOISTURE 900

// переменная для интервала измерений
unsigned long millis_int1=0;

void setup(void) {
    // запуск последовательного порта
    Serial.begin(9600);
}

void loop(void) {
    if(millis()-millis_int1 >= INTERVAL_GET_DATA) {
        // получение данных с датчика SoilMoisture
        float moisture= get_data_soilmoisture();
        // вывод в монитор последовательного порта
        Serial.print("soilmoisture =");Serial.println(moisture);
        Serial.println(" %");
        // старт интервала отсчета
        millis_int1=millis();
    }
}

// получение данных с датчика SoilMoisture
float get_data_soilmoisture() {
    // получение значения с аналогового вывода датчика
    int avalue=analogRead(SOILMOISTUREPIN);
    // масштабируем значение в проценты
    avalue=constrain(avalue, MINVALUESOILMOISTURE,MAXVALUESOILMOISTURE);
    int moisture=map(avalue, MINVALUESOILMOISTURE,
        MAXVALUESOILMOISTURE,100,0);
    return (float)moisture;
}
```

Листинг 10.1

```
#define INTERVAL_GET_DATA 2000 // интервал измерений, мс
#define LEVELWATERPIN A9 // пин подключения контакта S
// пороговое значение протечки
#define LEVELWATER 100

// переменная для интервала измерений
unsigned long millis_int1=0;

void setup(void) {
```

```

// запуск последовательного порта
Serial.begin(9600);
}

void loop(void) {
  if(millis()-millis_int1 >= INTERVAL_GET_DATA) {
    // получение данных с датчика уровня воды
    float levelwater= get_data_levelwater();
    // вывод в монитор последовательного порта
    Serial.print("levelwater =");Serial.println(levelwater);
    if(levelwater>LEVELWATER)
      Serial.println(" flood !!!");
    // старт интервала отсчета
    millis_int1=millis();
  }
}

// получение данных с датчика уровня воды
float get_data_levelwater() {
  // получение значения с аналогового вывода датчика
  int avalue=analogRead(LEVELWATERPIN);
  return (float) avalue;
}

```

Листинг 11.1

```

// библиотека для работы с датчиками MQ
#include <TroykaMQ.h>

#define INTERVAL_GET_DATA 2000 // интервала измерений, мс
// пин, к которому подключен датчик
#define MQ2PIN A10
// создаём объект для работы с датчиком
MQ2 mq2(MQ2PIN);

// переменная для интервала измерений
unsigned long millis_int1=0;

void setup() {
  // открываем последовательный порт
  Serial.begin(9600);
  // калибровка
  mq2.calibrate();
  mq2.getRo();
}

void loop() {
  if(millis()-millis_int1 >= INTERVAL_GET_DATA) {
    // получение данных с датчика mq2
    float propan= get_data_ppmpropan();
    // выводим значения газа в ppm
    Serial.print("propan=");

```



```

    Serial.print(propan);
    Serial.println(" ppm ");
    float methan= get_data_ppmmethan();
    // выводим значения газа в ppm
    Serial.print("methan=");
    Serial.print(methan);
    Serial.println(" ppm ");
    float smoke= get_data_ppmsmoke();
    // выводим значения газа в ppm
    Serial.print("smoke=");
    Serial.print(smoke);
    Serial.println(" ppm ");
    // старт интервала отсчета
    millis_int1=millis();
  }
}

// получение данных содержания пропана с датчика MQ2
float get_data_ppmpropan() {

    Serial.println(mq2.readRatio());
    // получение значения
    float value=mq2.readLPG();

    return value;
}

// получение данных содержания метана с датчика MQ2
float get_data_ppmmethan() {

    Serial.println(mq2.readRatio());
    // получение значения
    float value=mq2.readMethane();

    return value;
}

// получение данных содержания дыма с датчика MQ2
float get_data_ppmsmoke() {

    Serial.println(mq2.readRatio());
    // получение значения
    float value=mq2.readSmoke();

    return value;
}

```

Листинг 12.1

```

// библиотека для работы с датчиками MQ
#include <TroykaMQ.h>

#define INTERVAL_GET_DATA 2000 // интервала измерений, мс

```

```

// пин, к которому подключен датчик
#define MQ7PIN      A11
// создаём объект для работы с датчиком
MQ7 mq7(MQ7PIN);

// переменная для интервала измерений
unsigned long millis_int1=0;

void setup() {
  // открываем последовательный порт
  Serial.begin(9600);
  // калибровка
  mq7.calibrate();
  mq7.getRo();
}

void loop() {
  if(millis()-millis_int1 >= INTERVAL_GET_DATA) {
    // получение данных с датчика mq7
    float carbonmonoxide= get_data_ppmcarbonmonoxide();
    // выводим значения газа в ppm
    Serial.print("carbonmonoxide=");
    Serial.print(carbonmonoxide);
    Serial.println(" ppm ");
    // старт интервала отсчета
    millis_int1=millis();
  }
}

// получение данных с датчика MQ7
float get_data_ppmcarbonmonoxide() {

  Serial.println(mq7.readRatio());
  // получение значения
  float value=mq7.readCarbonMonoxide();

  return value;
}

```

Листинг 13.1

```

#define INTERVAL_GET_DATA 2000 // интервала измерений, мс
// пин, к которому подключен датчик огня flame sensor
#define FLAMEPIN      A12

// переменная для интервала измерений
unsigned long millis_int1=0;

void setup() {
  // открываем последовательный порт
  Serial.begin(9600);
}

```

```

void loop() {
  if(millis()-millis_int1 >= INTERVAL_GET_DATA) {
    // получение данных с датчика mq7
    float flame= get_data_flame();
    // выводим значения flame sensor
    Serial.print("flame=");
    Serial.print(flame);
    // старт интервала отсчета
    millis_int1=millis();
  }
}

```

```

// получение данных с датчика flame sensor
float get_data_flame() {

  // получение значения
  float value=analogRead(FLAMEPIN);

  return (float)value;
}

```

Листинг 14.1

```

/*
IoT Manager mqtt device client https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.esp8266.iotmanager
Based on Basic MQTT example with Authentication
PubSubClient library v 1.91.1 https://github.com/Imroy/pubsubclient
- connects to an MQTT server, providing userdescr and password
- publishes config to the topic "/IoTmanager/config/deviceID/"
- subscribes to the topic "/IoTmanager/hello" ("hello" messages from mobile device)
Tested with Arduino IDE 1.6.6 + ESP8266 Community Edition v 2.0.0-stable and PubSubClient library
v 1.91.1 https://github.com/Imroy/pubsubclient
ESP8266 Community Edition v 2.0.0-stable have some HTTPS issues. Push notification temporary
disabled.
sketch version : 1.5
IoT Manager : any version
toggle, range, small-badge and power-button widgets demo
////////////////////////////////////
// Attention for ESP-01 users!
// at line 167 change value 15 (GPIO15) to another.
// (on ESP-01 GPIO15 pin connected directly to GND and "red" PWM out may overload GPIO15 line).
Reported by grigorygn http://www.esp8266.com/viewtopic.php?p=40407#p40407
////////////////////////////////////
*/

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <PubSubClient.h>

const char *ssid = "MacBook-Pro-Victor"; // cannot be longer than 32 characters!

```

```

const char *pass = "19101966";    // WiFi password

String prefix = "/IoTmanager";    // global prefix for all topics - must be same as mobile device
String deviceID = "dev02-bedroom"; // thing ID - unique device id in our project

WiFiClient wclient;

// config for cloud mqtt broker by DNS hostname ( for example, cloudmqtt.com use: m20.cloudmqtt.com
// - EU, m11.cloudmqtt.com - USA )
String mqttServerName = "m13.cloudmqtt.com";    // for cloud broker - by hostname, from
CloudMQTT account data
int  mqttport = 18274;    // default 1883, but CloudMQTT.com use other, for example:
13191, 23191 (SSL), 33191 (WebSockets) - use from CloudMQTT account data
String mqttuser = "nodemcu1";    // from CloudMQTT account data
String mqttpass = "191066";    // from CloudMQTT account data
PubSubClient client(wclient, mqttServerName, mqttport); // for cloud broker - by hostname

// config for local mqtt broker by IP address
//IPAddress server(192, 168, 1, 100);    // for local broker - by address
//int  mqttport = 1883;    // default 1883
//String mqttuser = "";    // from broker config
//String mqttpass = "";    // from broker config
//PubSubClient client(wclient, server, mqttport);    // for local broker - by address

String val;
String ids = "";
int oldtime, newtime, pushtime;
int newValue;

const String stat1 = "{\"status\":\"1\"}";
const String stat0 = "{\"status\":\"0\"}";

const int nWidgets = 8;
String stat    [nWidgets];
String sTopic  [nWidgets];
String color   [nWidgets];
String style   [nWidgets];
String badge   [nWidgets];
String widget  [nWidgets];
String descr   [nWidgets];
String page    [nWidgets];
String thing_config[nWidgets];
String id      [nWidgets];
int  pin       [nWidgets];
int  defaultVal [nWidgets];
bool  inverted  [nWidgets];

// Push notifications
const char* host = "onesignal.com";

```

```

WiFiClientSecure httpClient;
const int httpsPort = 443;
String url = "/api/v1/notifications";

void push(String msg) {
  Serial.println("PUSH: try to send push notification...");
  if (ids.length() == 0) {
    Serial.println("PUSH: ids not received, push failed");
    return;
  }
  if (!httpClient.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("PUSH: connection failed");
    return;
  }
  String data = "{\"app_id\": \"8871958c-5f52-11e5-8f7a-c36f5770ade9\", \"include_player_ids\": [\"" + ids
+ "\", \"android_group\": \"IoT Manager\", \"contents\": {\"en\": \"" + msg + "\"}}";
  httpClient.println("POST " + url + " HTTP/1.1");
  httpClient.print("Host:");
  httpClient.println(host);
  httpClient.println("User-Agent: esp8266.Arduino.IoTmanager");
  httpClient.print("Content-Length: ");
  httpClient.println(data.length());
  httpClient.println("Content-Type: application/json");
  httpClient.println("Connection: close");
  httpClient.println();
  httpClient.println(data);
  httpClient.println();
  Serial.println(data);
  Serial.println("PUSH: done.");
}

String setStatus ( String s ) {
  String stat = "{\"status\": \"" + s + "\"}";
  return stat;
}

String setStatus ( int s ) {
  String stat = "{\"status\": \"" + String(s) + "\"}";
  return stat;
}

void initVar() {
  id [0] = "0";
  page [0] = "Bedroom";
  descr [0] = "Bedroom light-0";
  widget[0] = "toggle";
  pin[0] = 4; // GPIO4 - toggle
  defaultVal[0] = 1; // defaultVal status
  inverted[0] = true;
  sTopic[0] = prefix + "/" + deviceID + "/light0";
  color[0] = "\"color\": \"red\""; // black, blue, green, orange, red, white, yellow (off - grey)

  id [1] = "1";

```

```

page [1] = "Bedroom";
descr [1] = "Bedroom light-1";
widget[1] = "toggle";
pin[1] = 5; // GPIO5 - toggle
defaultVal[1] = 1; // defaultVal status
inverted[1] = true;
sTopic[1] = prefix + "/" + deviceID + "/light1";
color [1] = "\"color\": \"white\""; // black, blue, green, orange, red, white, yellow (off -
grey)

id [2] = "2";
page [2] = "Bedroom";
descr [2] = "Bedroom light-2";
widget[2] = "toggle";
pin[2] = 0; // GPIO0 - toggle
defaultVal[2] = 1; // defaultVal status
inverted[1] = true;
sTopic[2] = prefix + "/" + deviceID + "/light2";
color [2] = "\"color\": \"yellow\""; // black, blue, green, orange, red, white, yellow (off -
grey)

id [3] = "3";
page [3] = "Bedroom";
descr [3] = "ADC";
widget[3] = "small-badge";
pin [3] = A0; // ADC
sTopic[3] = prefix + "/" + deviceID + "/ADC";
badge [3] = "\"badge\": \"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
style [3] = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

id [4] = "4";
page [4] = "Bedroom";
descr [4] = "KEY";
widget[4] = "power-button";
pin [4] = 2; // GPIO2
inverted[4] = true;
sTopic[4] = prefix + "/" + deviceID + "/light4";
style [4] = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

// RED
id [5] = "5";
page [5] = "Bedroom";
descr [5] = "Bedroom RED";
widget[5] = "range";
// ATTENTION! if you use ESP-01 module, then not use GPIO15
pin [5] = 15; // GPIO15 - range
defaultVal[5] = 0; // defaultVal 0%, not inverted
sTopic[5] = prefix + "/" + deviceID + "/red";

```

```

    style[5] = "\"style\": \"range-assertive\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
    badge[5] = "\"badge\": \"badge-assertive\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors

// GREEN
id [6] = "6";
page [6] = "Bedroom";
descr [6] = "Bedroom GREEN";
widget[6] = "range";
pin[6] = 12; // GPIO12 - range
defaultVal[6] = 0; // defaultVal 0%
sTopic[6] = prefix + "/" + deviceID + "/green";
style[6] = "\"style\": \"range-balanced\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
badge[6] = "\"badge\": \"badge-balanced\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors

// BLUE
id [7] = "7";
page [7] = "Bedroom";
descr [7] = "Bedroom BLUE";
widget[7] = "range";
pin[7] = 13; // GPIO13 - range
defaultVal[7] = 0; // defaultVal status 0%
sTopic[7] = prefix + "/" + deviceID + "/blue";
style[7] = "\"style\": \"range-calm\""; // see http://ionicframework.com/docs/components/#colors
badge[7] = "\"badge\": \"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors

for (int i = 0; i < nWidgets; i++) {
    if (inverted[i]) {
        if (defaultVal[i]>0) {
            stat[i] = setStatus(0);
        } else {
            stat[i] = setStatus(1);
        }
    } else {
        stat[i] = setStatus(defaultVal[i]);
    }
}

thing_config[0] = "{\"id\": \"" + id[0] + "\", \"page\": \"" + page[0] + "\", \"descr\": \"" + descr[0] +
    "\", \"widget\": \"" + widget[0] + "\", \"topic\": \"" + sTopic[0] + "\", \"color\": \"" + color[0] + "\"}"; // GPIO switched
On/Off by mobile widget toggle
thing_config[1] = "{\"id\": \"" + id[1] + "\", \"page\": \"" + page[1] + "\", \"descr\": \"" + descr[1] +
    "\", \"widget\": \"" + widget[1] + "\", \"topic\": \"" + sTopic[1] + "\", \"color\": \"" + color[1] + "\"}"; // GPIO switched
On/Off by mobile widget toggle

```



```

    thing_config[2] = "{\"id\":\"" + id[2] + "\",\"page\":\"" + page[2] + "\",\"descr\":\"" + descr[2] +
    "\",\"widget\":\"" + widget[2] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[2] + "\",\"color\":\"" + color[2] + "\"}"; // GPIO switched
On/Off by mobile widget toggle
    thing_config[3] = "{\"id\":\"" + id[3] + "\",\"page\":\"" + page[3] + "\",\"descr\":\"" + descr[3] +
    "\",\"widget\":\"" + widget[3] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[3] + "\",\"badge\":\"" + badge[3] + "\",\"style\":\"" + style[3] + "\"}"; //
ADC
    thing_config[4] = "{\"id\":\"" + id[4] + "\",\"page\":\"" + page[4] + "\",\"descr\":\"" + descr[4] +
    "\",\"widget\":\"" + widget[4] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[4] + "\",\"style\":\"" + style[4] + "\"}";
    thing_config[5] = "{\"id\":\"" + id[5] + "\",\"page\":\"" + page[5] + "\",\"descr\":\"" + descr[5] +
    "\",\"widget\":\"" + widget[5] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[5] + "\",\"style\":\"" + style[5] + "\",\"badge\":\"" + badge[5] + "\"}"; //
GPIO15 R
    thing_config[6] = "{\"id\":\"" + id[6] + "\",\"page\":\"" + page[6] + "\",\"descr\":\"" + descr[6] +
    "\",\"widget\":\"" + widget[6] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[6] + "\",\"style\":\"" + style[6] + "\",\"badge\":\"" + badge[6] + "\"}"; //
GPIO12 G
    thing_config[7] = "{\"id\":\"" + id[7] + "\",\"page\":\"" + page[7] + "\",\"descr\":\"" + descr[7] +
    "\",\"widget\":\"" + widget[7] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[7] + "\",\"style\":\"" + style[7] + "\",\"badge\":\"" + badge[7] + "\"}"; //
GPIO13 B

}
// send confirmation
void pubStatus(String t, String payload) {
    if (client.publish(t + "/status", payload)) {
        Serial.println("Publish new status for " + t + ", value: " + payload);
    } else {
        Serial.println("Publish new status for " + t + " FAIL!");
    }
}

void pubConfig() {
    bool success;
    success = client.publish(MQTT::Publish(prefix, deviceID).set_qos(1));
    if (success) {
        delay(500);
        for (int i = 0; i < nWidgets; i = i + 1) {
            success = client.publish(MQTT::Publish(prefix + "/" + deviceID + "/config",
thing_config[i]).set_qos(1));
            if (success) {
                Serial.println("Publish config: Success (" + thing_config[i] + ")");
            } else {
                Serial.println("Publish config FAIL! (" + thing_config[i] + ")");
            }
            delay(150);
        }
    }
    if (success) {
        Serial.println("Publish config: Success");
    } else {
        Serial.println("Publish config: FAIL");
    }
}

for (int i = 0; i < nWidgets; i = i + 1) {
    pubStatus(sTopic[i], stat[i]);
}

```

```

    delay(100);
}
}
void callback(const MQTT::Publish& sub) {
    Serial.print("Get data from subscribed topic ");
    Serial.print(sub.topic());
    Serial.print(" => ");
    Serial.println(sub.payload_string());

    if (sub.topic() == sTopic[0] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[0] = stat0;
        } else {
            newValue = 0;
            stat[0] = stat1;
        }
        digitalWrite(pin[0],newValue);
        pubStatus(sTopic[0], stat[0]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[1] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[1] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[1] = stat1;
        }
        digitalWrite(pin[1],newValue);
        pubStatus(sTopic[1], stat[1]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[2] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[2] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[2] = stat1;
        }
        digitalWrite(pin[2],newValue);
        pubStatus(sTopic[2], stat[2]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[3] + "/control") {
        // ADC : nothing, display only
    } else if (sub.topic() == sTopic[4] + "/control") {
        // nothing, display only
    } else if (sub.topic() == sTopic[5] + "/control") {
        String x = sub.payload_string();
        analogWrite(pin[5],x.toInt());
        stat[5] = setStatus(x);
        pubStatus(sTopic[5], stat[5]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[6] + "/control") {
        String x = sub.payload_string();

```

```

    analogWrite(pin[6],x.toInt());
    stat[6] = setStatus(x);
    pubStatus(sTopic[6], stat[6]);
} else if (sub.topic() == sTopic[7] + "/control") {
    String x = sub.payload_string();
    analogWrite(pin[7],x.toInt());
    stat[7] = setStatus(x);
    pubStatus(sTopic[7], stat[7]);
} else if (sub.topic() == prefix + "/ids") {
    ids = sub.payload_string();
    //push();
} else if (sub.topic() == prefix) {
    if (sub.payload_string() == "HELLO") {
        pubConfig();
    }
}
}
}

```

```

void setup() {
    initVar();
    pinMode(pin[0], OUTPUT);
    digitalWrite(pin[0],defaultVal[0]);
    pinMode(pin[1], OUTPUT);
    digitalWrite(pin[1],defaultVal[1]);
    pinMode(pin[2], OUTPUT);
    digitalWrite(pin[2],defaultVal[2]);
    stat[3] = setStatus(analogRead(pin[3]));
    pinMode(pin[4], INPUT);
    stat[4] = setStatus(digitalRead(pin[4]));
    pinMode(pin[5], OUTPUT);
    analogWrite(pin[5],defaultVal[5]); // PWM
    pinMode(pin[6], OUTPUT);
    analogWrite(pin[6],defaultVal[6]); // PWM
    pinMode(pin[7], OUTPUT);
    analogWrite(pin[7],defaultVal[7]); // PWM
    // Setup console
    Serial.begin(115200);
    delay(10);
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.println("MQTT client started.");
    Serial.print("Free heap = ");
    Serial.println(ESP.getFreeHeap());
}

```

```

void loop() {
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print("Connecting via WiFi to ");
        Serial.print(ssid);
        Serial.println("...");
    }
}

```

```

WiFi.begin(ssid, pass);

if (WiFi.waitForConnectResult() != WL_CONNECTED) {
    return;
}

Serial.println("");
Serial.println("WiFi connect: Success");
Serial.print("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    if (!client.connected()) {
        Serial.println("Connecting to MQTT server ...");
        bool success;
        if (mqttuser.length() > 0) {
            success = client.connect( MQTT::Connect( deviceID ).set_auth(mqttuser, mqttpass) );
        } else {
            success = client.connect( deviceID );
        }
        if (success) {
            client.set_callback(callback);
            Serial.println("Connect to MQTT server: Success");
            pubConfig();
            client.subscribe(prefix);           // for receiving HELLO messages
            client.subscribe(prefix + "/ids");   // for receiving IDS messages
            client.subscribe(sTopic[0] + "/control"); // for receiving GPIO messages
            client.subscribe(sTopic[1] + "/control"); // for receiving GPIO messages
            client.subscribe(sTopic[2] + "/control"); // for receiving GPIO messages
            // 3 - display only, no control
            client.subscribe(sTopic[4] + "/control"); // for receiving GPIO messages
            client.subscribe(sTopic[5] + "/control"); // for receiving GPIO messages
            client.subscribe(sTopic[6] + "/control"); // for receiving GPIO messages
            client.subscribe(sTopic[7] + "/control"); // for receiving GPIO messages

            Serial.println("Subscribe: Success");
        } else {
            Serial.println("Connect to MQTT server: FAIL");
            delay(1000);
        }
    }
}

if (client.connected()) {
    newtime = millis();
    if (newtime - oldtime > 10000) { // 10 sec
        int x = analogRead(pin[3]);
        val = "{\"status\": \"" + String(x) + "\"}";
        client.publish(sTopic[3] + "/status", val ); // widget 3
    }
}

```

```

oldtime = newtime;
if ((millis()-pushtime > 10000) && (x > 100)) {
    String msg = "Bedroom ADC more then 100! (" + String(x) + ")";
    //
    // ESP8266 Community Edition v 2.0.0-stable have some HTTPS issues. Push notification
temporary disables. Please, uncomment next line if you use future versions.
    //
    // push(msg);
    //
    //
    pushtime = millis();
}
}
int key;
key = digitalRead(pin[4]);
if ( stat[4] != setStatus(key) ) {
    stat[4] = setStatus(key);
    pubStatus(sTopic[4], stat[4] ); // widget 4
}
client.loop();
}
}
}

```

Листинг 14.2

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <PubSubClient.h>

const char *ssid = "MacBook-Pro-Victor"; // cannot be longer than 32 characters!
const char *pass = "19101966"; // WiFi password

String prefix = "/IoTmanager"; // global prefix for all topics - must be some as mobile device
String deviceID = "SmarhouseNodemcu"; // thing ID - unique device id in our project

WiFiClient wclient;

// config for cloud mqtt broker by DNS hostname ( for example, cloudmqtt.com use: m20.cloudmqtt.com
- EU, m11.cloudmqtt.com - USA )
String mqttServerName = "m13.cloudmqtt.com"; // for cloud broker - by hostname, from
CloudMQTT account data
int mqttport = 18274; // default 1883, but CloudMQTT.com use other, for example:
13191, 23191 (SSL), 33191 (WebSockets) - use from CloudMQTT account data
String mqttuser = "nodemcu1"; // from CloudMQTT account data
String mqttpass = "191066"; // from CloudMQTT account data
PubSubClient client(wclient, mqttServerName, mqttport); // for cloud broker - by hostname

// подключение библиотеки DTH
#include "DHT.h"
// константы
#define DHTPIN 4 // пин (D2) подключения контакта DATA

```

```

#define DHTTYPE DHT22    // датчик DHT 22
// создание экземпляра объекта DHT
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

#define DSD18B20PIN 5    // пин подключения контакта DATA (D1, GPIO5)
// подключение библиотеки
#include <OneWire.h>
// создание экземпляра OneWire
OneWire ds(DSD18B20PIN);

String val;
String ids = "";
int oldtime, newtime, pushtime, oldtime2;
int newValue;

const String stat1 = "{\"status\":\"1\"}";
const String stat0 = "{\"status\":\"0\"}";

const int nWidgets = 2;
String stat      [nWidgets];
String sTopic    [nWidgets];
String color     [nWidgets];
String style     [nWidgets];
String badge     [nWidgets];
String widget    [nWidgets];
String descr     [nWidgets];
String page      [nWidgets];
String thing_config[nWidgets];
String id        [nWidgets];
int pin          [nWidgets];
float defaultVal [nWidgets];
bool inverted    [nWidgets];

// Push notifications
const char* host = "onesignal.com";
WiFiClientSecure httpClient;
const int httpsPort = 443;
String url = "/api/v1/notifications";

void push(String msg) {
    Serial.println("PUSH: try to send push notification...");
    if (ids.length() == 0) {
        Serial.println("PUSH: ids not received, push failed");
        return;
    }
    if (!httpClient.connect(host, httpsPort)) {
        Serial.println("PUSH: connection failed");
        return;
    }
}

```

```

String data = "{\"app_id\": \"8871958c-5f52-11e5-8f7a-c36f5770ade9\", \"include_player_ids\":[\"\" + ids
+ \"\"]}, \"android_group\": \"IoT Manager\", \"contents\": {\"en\": \"\" + msg + \"\"}}";
httpClient.println("POST " + url + " HTTP/1.1");
httpClient.print("Host:");
httpClient.println(host);
httpClient.println("User-Agent: esp8266.Arduino.IoTmanager");
httpClient.print("Content-Length: ");
httpClient.println(data.length());
httpClient.println("Content-Type: application/json");
httpClient.println("Connection: close");
httpClient.println();
httpClient.println(data);
httpClient.println();
Serial.println(data);
Serial.println("PUSH: done.");
}
String setStatus ( String s ) {
String stat = "{\"status\": \"\" + s + \"\"}";
return stat;
}
String setStatus ( int s ) {
String stat = "{\"status\": \"\" + String(s) + \"\"}";
return stat;
}
void initVar() {

id [0] = "0";
page [0] = "SensorsNodemcu";
descr [0] = "DHT22";
widget[0] = "small-badge";
//pin [0] = A0; // ADC
sTopic[0] = prefix + "/" + deviceID + "/DHT22";
badge [0] = "\"badge\": \"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
style [0] = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

id [1] = "1";
page [1] = "SensorsNodemcu";
descr [1] = "DS18B20";
widget[1] = "small-badge";
//pin [1] = A0; // ADC
sTopic[1] = prefix + "/" + deviceID + "/DS18B20";
badge [1] = "\"badge\": \"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
style [1] = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

for (int i = 0; i < nWidgets; i++) {
if (inverted[i]) {

```



```

    if (defaultVal[i]>0) {
        stat[i] = setStatus(0);
    } else {
        stat[i] = setStatus(1);
    }
} else {
    stat[i] = setStatus(defaultVal[i]);
}
}

thing_config[0] = "{\"id\":\"" + id[0] + "\",\"page\":\"" + page[0] + "\",\"descr\":\"" + descr[0] +
"\",\"widget\":\"" + widget[0] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[0] + "\",\"" + badge[0] + "\",\"" + style[0] + "\"}"; //
DHT11
thing_config[1] = "{\"id\":\"" + id[1] + "\",\"page\":\"" + page[1] + "\",\"descr\":\"" + descr[1] +
"\",\"widget\":\"" + widget[1] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[1] + "\",\"" + badge[1] + "\",\"" + style[1] + "\"}"; //
ds18b20
//thing_config[2] = "{\"id\":\"" + id[2] + "\",\"page\":\"" + page[2] + "\",\"descr\":\"" + descr[2] +
"\",\"widget\":\"" + widget[2] + "\",\"topic\":\"" + sTopic[2] + "\",\"" + color[2] + "\"}"; // GPIO switched
On/Off by mobile widget toggle

}
// send confirmation
void pubStatus(String t, String payload) {
    if (client.publish(t + "/status", payload)) {
        Serial.println("Publish new status for " + t + ", value: " + payload);
    } else {
        Serial.println("Publish new status for " + t + " FAIL!");
    }
}
void pubConfig() {
    bool success;
    success = client.publish(MQTT::Publish(prefix, deviceID).set_qos(1));
    if (success) {
        delay(500);
        for (int i = 0; i < nWidgets; i = i + 1) {
            success = client.publish(MQTT::Publish(prefix + "/" + deviceID + "/config",
thing_config[i]).set_qos(1));
            if (success) {
                Serial.println("Publish config: Success (" + thing_config[i] + ")");
            } else {
                Serial.println("Publish config FAIL! (" + thing_config[i] + ")");
            }
            delay(150);
        }
    }
    if (success) {
        Serial.println("Publish config: Success");
    } else {
        Serial.println("Publish config: FAIL");
    }
}

```

```

for (int i = 0; i < nWidgets; i = i + 1) {
    pubStatus(sTopic[i], stat[i]);
    delay(100);
}
}
void callback(const MQTT::Publish& sub) {
    Serial.print("Get data from subscribed topic ");
    Serial.print(sub.topic());
    Serial.print(" => ");
    Serial.println(sub.payload_string());

    if (sub.topic() == sTopic[2] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[2] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[2] = stat1;
        }
        digitalWrite(pin[2],newValue);
        pubStatus(sTopic[2], stat[2]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[0] + "/control") {
        // ADC : nothing, display only
    } else if (sub.topic() == sTopic[1] + "/control") {
        // ADC : nothing, display only
    } else if (sub.topic() == prefix) {
        if (sub.payload_string() == "HELLO") {
            pubConfig();
        }
    }
}
}

void setup() {
    initVar();
    pinMode(pin[0], INPUT);
    stat[0] = setStatus(digitalRead(pin[0]));
    pinMode(pin[1], INPUT);
    stat[1] = setStatus(digitalRead(pin[1]));
    // Setup console
    Serial.begin(115200);
    delay(10);
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.println("MQTT client started.");
    Serial.print("Free heap = ");
    Serial.println(ESP.getFreeHeap());
    dht.begin();      // запуск DHT
}

void loop() {

```

```

if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print("Connecting via WiFi to ");
  Serial.print(ssid);
  Serial.println("...");

  WiFi.begin(ssid, pass);

  if (WiFi.waitForConnectResult() != WL_CONNECTED) {
    return;
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connect: Success");
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
  if (!client.connected()) {
    Serial.println("Connecting to MQTT server ...");
    bool success;
    if (mqttuser.length() > 0) {
      success = client.connect( MQTT::Connect( deviceID ).set_auth(mqttuser, mqttpass) );
    } else {
      success = client.connect( deviceID );
    }
    if (success) {
      client.set_callback(callback);
      Serial.println("Connect to MQTT server: Success");
      pubConfig();

      Serial.println("Subscribe: Success");
    } else {
      Serial.println("Connect to MQTT server: FAIL");
      delay(1000);
    }
  }

  if (client.connected()) {
    newtime = millis();
    if (newtime - oldtime > 10000) { // 10 sec
      float x = get_data_humidity();
      val = "{\"status\":\"" + String(x) + "\"}";
      client.publish(sTopic[0] + "/status", val ); // widget 0
      x = get_data_ds18b20();
      val = "{\"status\":\"" + String(x) + "\"}";
      client.publish(sTopic[1] + "/status", val ); // widget 1
      oldtime = newtime;
    }
  }
}

```

```

    if (newtime - oldtime2 > 60000) { // 60 sec
        pubConfig();
        float x = get_data_humidity();
        val = "{\"status\":\"" + String(x) + "\"}";
        client.publish(sTopic[0] + "/status", val ); // widget 0
        x = get_data_ds18b20();
        val = "{\"status\":\"" + String(x) + "\"}";
        client.publish(sTopic[1] + "/status", val ); // widget 1
        oldtime2 = newtime;
    }
    client.loop();
}
}
}

```

```

float get_data_humidity() {
    float h = dht.readHumidity();
    return h;
}

```

```

float get_data_ds18b20(void) {
    byte i;
    byte present = 0;
    byte type_s;
    byte data[12];
    byte addr[8];
    float fTemp;

```

```

    if ( !ds.search(addr)) {
        Serial.println("No more addresses.");
        Serial.println();
        ds.reset_search();
        delay(250);
        return 999;
    }

```

```

    Serial.print("ROM =");
    for( i = 0; i < 8; i++) {
        Serial.write(' ');
        Serial.print(addr[i], HEX);
    }

```

```

    if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) {
        Serial.println("CRC is not valid!");
        return 999;
    }
    Serial.println();

```

```

// the first ROM byte indicates which chip
switch (addr[0]) {

```

```

case 0x10:
    Serial.println(" Chip = DS18S20"); // or old DS1820
    type_s = 1;
    break;
case 0x28:
    Serial.println(" Chip = DS18B20");
    type_s = 0;
    break;
case 0x22:
    Serial.println(" Chip = DS1822");
    type_s = 0;
    break;
default:
    Serial.println("Device is not a DS18x20 family device.");
    return 999;
}

ds.reset();
ds.select(addr);
// запустить конвертацию температуры датчиком
ds.write(0x44, 1);
delay(1000); // ждем 750 мс
present = ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0xBE);
// считываем ОЗУ датчика
for ( i = 0; i < 9; i++) {
    data[i] = ds.read();
    Serial.print(data[i], HEX);
    Serial.print(" ");
}
// перевод полученных данных в значение температуры
int16_t raw = (data[1] << 8) | data[0];
if (type_s) {
    raw = raw << 3;
    if (data[7] == 0x10) {
        raw = (raw & 0xFFF0) + 12 - data[6];
    }
} else {
    byte cfg = (data[4] & 0x60);
    if (cfg == 0x00) raw = raw & ~7;
    else if (cfg == 0x20) raw = raw & ~3;
    else if (cfg == 0x40) raw = raw & ~1;
}
fTemp = (float)raw / 16.0;

return fTemp;
}
/*

```

Листинг 14.3

IoT Manager mqtt device client <https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.esp8266.iotmanager>

Based on Basic MQTT example with Authentication

PubSubClient library v 1.91.1 <https://github.com/Imroy/pubsubclient>

- connects to an MQTT server, providing userdescr and password
- publishes config to the topic "/IoTmanager/config/deviceID/"
- subscribes to the topic "/IoTmanager/hello" ("hello" messages from mobile device)

Tested with Arduino IDE 1.6.6 + ESP8266 Community Edition v 2.0.0-stable and PubSubClient library v 1.91.1 <https://github.com/Imroy/pubsubclient>

ESP8266 Community Edition v 2.0.0-stable have some HTTPS issues. Push notification temporary disabled.

sketch version : 1.5

IoT Manager : any version

toggle, range, small-badge and power-button widgets demo

////////////////////////////////////

// Attention for ESP-01 users!

// at line 167 change value 15 (GPIO15) to another.

// (on ESP-01 GPIO15 pin connected directly to GND and "red" PWM out may overload GPIO15 line).

Reputed by grigorygn <http://www.esp8266.com/viewtopic.php?p=40407#p40407>

////////////////////////////////////

*/

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <WiFiClientSecure.h>

#include <PubSubClient.h>

#include <Wire.h>

const char *ssid = "MacBook-Pro-Victor"; // cannot be longer than 32 characters!

const char *pass = "19101966"; // WiFi password

String prefix = "/IoTmanager"; // global prefix for all topics - must be some as mobile device

String deviceID = "SmarhouseNodemcu"; // thing ID - unique device id in our project

WiFiClient wclient;

// config for cloud mqtt broker by DNS hostname (for example, cloudmqtt.com use: m20.cloudmqtt.com - EU, m11.cloudmqtt.com - USA)

String mqttServerName = "m13.cloudmqtt.com"; // for cloud broker - by hostname, from

CloudMQTT account data

int mqttport = 18274; // default 1883, but CloudMQTT.com use other, for example: 13191, 23191 (SSL), 33191 (WebSockets) - use from CloudMQTT account data

String mqttuser = "nodemcu1"; // from CloudMQTT account data

String mqttpass = "191066"; // from CloudMQTT account data

PubSubClient client(wclient, mqttServerName, mqttport); // for cloud broker - by hostname

// config for local mqtt broker by IP address

//IPAddress server(192, 168, 1, 100); // for local broker - by address

//int mqttport = 1883; // default 1883

//String mqttuser = ""; // from broker config

```

//String mqttpass = ""; // from broker config
//PubSubClient client(wclient, server, mqttport); // for local broker - by address

String val;
String ids = "";
int oldtime, newtime, pushtime, oldtime2;
int newValue;

const String stat1 = "{\"status\":\"1\"}";
const String stat0 = "{\"status\":\"0\"}";

const int nWidgets = 5;
String stat [nWidgets];
String sTopic [nWidgets];
String color [nWidgets];
String style [nWidgets];
String badge [nWidgets];
String widget [nWidgets];
String descr [nWidgets];
String page [nWidgets];
String thing_config[nWidgets];
String id [nWidgets];
int pin [nWidgets];
float defaultVal [nWidgets];
bool inverted [nWidgets];

// Push notifications
const char* host = "onesignal.com";
WiFiClientSecure httpClient;
const int httpsPort = 443;
String url = "/api/v1/notifications";

int datarelays[]={0,0,0,0,0,0,0,0};

void push(String msg) {
  Serial.println("PUSH: try to send push notification...");
  if (ids.length() == 0) {
    Serial.println("PUSH: ids not received, push failed");
    return;
  }
  if (!httpClient.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("PUSH: connection failed");
    return;
  }
  String data = "{\"app_id\": \"8871958c-5f52-11e5-8f7a-c36f5770ade9\", \"include_player_ids\": [\"" + ids
+ "\", \"android_group\": \"IoT Manager\", \"contents\": {\"en\": \"" + msg + "\"}}";
  httpClient.println("POST " + url + " HTTP/1.1");
  httpClient.print("Host:");
  httpClient.println(host);
  httpClient.println("User-Agent: esp8266.Arduino.IoTmanager");
}

```

```

httpClient.print("Content-Length: ");
httpClient.println(data.length());
httpClient.println("Content-Type: application/json");
httpClient.println("Connection: close");
httpClient.println();
httpClient.println(data);
httpClient.println();
Serial.println(data);
Serial.println("PUSH: done.");
}
String setStatus ( String s ) {
    String stat = "{\"status\":\"" + s + "\"}";
    return stat;
}
String setStatus ( int s ) {
    String stat = "{\"status\":\"" + String(s) + "\"}";
    return stat;
}
void initVar() {

```

```

    id [0] = "0";
    page [0] = "SensorsNodemcu";
    descr [0] = "DHT22";
    widget[0] = "small-badge";
    //pin [0] = A0; // ADC
    sTopic[0] = prefix + "/" + deviceID + "/DHT22";
    badge [0] = "\"badge\":\"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
    style [0] = "\"style\":\"font-size:150%;\"";

```

```

    id [1] = "1";
    page [1] = "SensorsNodemcu";
    descr [1] = "DS18B20";
    widget[1] = "small-badge";
    //pin [1] = A0; // ADC
    sTopic[1] = prefix + "/" + deviceID + "/DS18B20";
    badge [1] = "\"badge\":\"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
    style [1] = "\"style\":\"font-size:150%;\"";

```

```

    id [2] = "2";
    page [2] = "RelaysNodeMcu";
    descr [2] = "Light";
    widget[2] = "toggle";
    //pin[0] = 4;
    defaultVal[2] = 0; // defaultVal status
    inverted[2] = false;
    sTopic[2] = prefix + "/" + deviceID + "/light";
    color[2] = "\"color\":\"red\""; // black, blue, green, orange, red, white, yellow (off - grey)

```



```

id [3] = "3";
page [3] = "RelaysNodeMcu";
descr [3] = "Pump";
widget[3] = "toggle";
//pin[0] = 4;
defaultVal[3] = 0; // defaultVal status
inverted[3] = false;
sTopic[3] = prefix + "/" + deviceID + "/pump";
color[3] = "\"color\": \"red\""; // black, blue, green, orange, red, white, yellow (off - grey)

id [4] = "4";
page [4] = "RelaysNodeMcu";
descr [4] = "Fun";
widget[4] = "toggle";
//pin[0] = 4;
defaultVal[4] = 0; // defaultVal status
inverted[4] = false;
sTopic[4] = prefix + "/" + deviceID + "/fun";
color[4] = "\"color\": \"red\""; // black, blue, green, orange, red, white, yellow (off - grey)

for (int i = 0; i < nWidgets; i++) {
    if (inverted[i]) {
        if (defaultVal[i]>0) {
            stat[i] = setStatus(0);
        } else {
            stat[i] = setStatus(1);
        }
    } else {
        stat[i] = setStatus(defaultVal[i]);
    }
}

thing_config[0] = "{\"id\": \"\" + id[0] + "\", \"page\": \"\" + page[0] + "\", \"descr\": \"\" + descr[0] +
\"\", \"widget\": \"\" + widget[0] + "\", \"topic\": \"\" + sTopic[0] + "\", \"\" + badge[0] + \"\", \"\" + style[0] + \"\"}"; //
DHT11
thing_config[1] = "{\"id\": \"\" + id[1] + "\", \"page\": \"\" + page[1] + "\", \"descr\": \"\" + descr[1] +
\"\", \"widget\": \"\" + widget[1] + "\", \"topic\": \"\" + sTopic[1] + "\", \"\" + badge[1] + \"\", \"\" + style[1] + \"\"}"; //
ds18b20
thing_config[2] = "{\"id\": \"\" + id[2] + "\", \"page\": \"\" + page[2] + "\", \"descr\": \"\" + descr[2] +
\"\", \"widget\": \"\" + widget[2] + "\", \"topic\": \"\" + sTopic[2] + "\", \"\" + color[2] + \"\"}";
thing_config[3] = "{\"id\": \"\" + id[3] + "\", \"page\": \"\" + page[3] + "\", \"descr\": \"\" + descr[3] +
\"\", \"widget\": \"\" + widget[3] + "\", \"topic\": \"\" + sTopic[3] + "\", \"\" + color[3] + \"\"}";
thing_config[4] = "{\"id\": \"\" + id[4] + "\", \"page\": \"\" + page[4] + "\", \"descr\": \"\" + descr[4] +
\"\", \"widget\": \"\" + widget[4] + "\", \"topic\": \"\" + sTopic[4] + "\", \"\" + color[4] + \"\"}";
}
// send confirmation
void pubStatus(String t, String payload) {
    if (client.publish(t + "/status", payload)) {

```

```

    Serial.println("Publish new status for " + t + ", value: " + payload);
} else {
    Serial.println("Publish new status for " + t + " FAIL!");
}
}

void pubConfig() {
    bool success;
    success = client.publish(MQTT::Publish(prefix, deviceID).set_qos(1));
    if (success) {
        delay(500);
        for (int i = 0; i < nWidgets; i = i + 1) {
            success = client.publish(MQTT::Publish(prefix + "/" + deviceID + "/config",
thing_config[i]).set_qos(1));
            if (success) {
                Serial.println("Publish config: Success (" + thing_config[i] + ")");
            } else {
                Serial.println("Publish config FAIL! (" + thing_config[i] + ")");
            }
            delay(150);
        }
    }
    if (success) {
        Serial.println("Publish config: Success");
    } else {
        Serial.println("Publish config: FAIL");
    }
    for (int i = 0; i < nWidgets; i = i + 1) {
        pubStatus(sTopic[i], stat[i]);
        delay(100);
    }
}

void callback(const MQTT::Publish& sub) {
    Serial.print("Get data from subscribed topic ");
    Serial.print(sub.topic());
    Serial.print(" => ");
    Serial.println(sub.payload_string());

    if (sub.topic() == sTopic[2] + "/control") {
        if (sub.payload_string() == "0") {
            newValue = 1; // inverted
            stat[2] = stat0;
        } else {
            newValue = 0; // inverted
            stat[2] = stat1;
        }
        digitalWrite(pin[2],newValue);
        pubStatus(sTopic[2], stat[2]);
    } else if (sub.topic() == sTopic[0] + "/control") {
        // ADC : nothing, display only
    } else if (sub.topic() == sTopic[1] + "/control") {

```

```

// ADC : nothing, display only
} else if (sub.topic() == sTopic[2] + "/control") {
if (sub.payload_string() == "0") {
    newValue = 1; // inverted
    stat[2] = stat0;
} else {
    newValue = 0; // inverted
    stat[2] = stat1;
}
datarelays[0]= newValue;
set_status_relays();
pubStatus(sTopic[2], stat[2]);
} else if (sub.topic() == sTopic[3] + "/control") {
if (sub.payload_string() == "0") {
    newValue = 1; // inverted
    stat[3] = stat0;
} else {
    newValue = 0; // inverted
    stat[3] = stat1;
}
datarelays[1]= newValue;
set_status_relays();
pubStatus(sTopic[3], stat[3]);
} else if (sub.topic() == sTopic[4] + "/control") {
if (sub.payload_string() == "0") {
    newValue = 1; // inverted
    stat[4] = stat0;
} else {
    newValue = 0; // inverted
    stat[4] = stat1;
}
datarelays[2]= newValue;
set_status_relays();
pubStatus(sTopic[4], stat[4]);
} else if (sub.topic() == prefix) {
if (sub.payload_string() == "HELLO") {
    pubConfig();
}
}
}
}

```

```

void setup() {
    initVar();
    pinMode(pin[0], INPUT);
    stat[0] = setStatus(digitalRead(pin[0]));
    pinMode(pin[1], INPUT);
    stat[1] = setStatus(digitalRead(pin[1]));
    // Setup console
    Serial.begin(115200);
    delay(10);
}

```

```

Wire.beginTransmission(0x20); // i2c – адрес (A0-0,A1-0,A2-0)
Wire.write(0x00); // IODIRA register
Wire.write(0x00); // настроить PORT A как output (для светодиодов)
Wire.endTransmission();
Wire.beginTransmission(0x20);
Wire.write(0x01); // IODIRB register
Wire.write(0x00); // настроить PORT B как output (для реле)
Wire.endTransmission();

Serial.println();
Serial.println();
Serial.println("MQTT client started.");
Serial.print("Free heap = ");
Serial.println(ESP.getFreeHeap());
}

void loop() {
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print("Connecting via WiFi to ");
    Serial.print(ssid);
    Serial.println("...");

    WiFi.begin(ssid, pass);

    if (WiFi.waitForConnectResult() != WL_CONNECTED) {
      return;
    }

    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi connect: Success");
    Serial.print("IP address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
  }

  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    if (!client.connected()) {
      Serial.println("Connecting to MQTT server ...");
      bool success;
      if (mqttuser.length() > 0) {
        success = client.connect( MQTT::Connect( deviceID ).set_auth(mqttuser, mqttpass) );
      } else {
        success = client.connect( deviceID );
      }
      if (success) {
        client.set_callback(callback);
        Serial.println("Connect to MQTT server: Success");
        pubConfig();
        client.subscribe(sTopic[2] + "/control"); // for receiving GPIO messages
        client.subscribe(sTopic[3] + "/control"); // for receiving GPIO messages
      }
    }
  }
}

```

```

client.subscribe(sTopic[4] + "/control"); // for receiving GPIO messages

    Serial.println("Subscribe: Success");
} else {
    Serial.println("Connect to MQTT server: FAIL");
    delay(1000);
}
}

if (client.connected()) {
    newtime = millis();
    if (newtime - oldtime > 10000) { // 10 sec
        float x = random(40,45);
        val = "{" + "\"status\": \"" + String(x) + "\"" + "}";
        client.publish(sTopic[0] + "/status", val ); // widget 0
        x = random(18,20);
        x=x+(x+random(100))/100;
        val = "{" + "\"status\": \"" + String(x) + "\"" + "}";
        client.publish(sTopic[1] + "/status", val ); // widget 1
        oldtime = newtime;
    }
    if (newtime - oldtime2 > 60000) { // 60 sec
        pubConfig();
        float x = random(40,45);
        val = "{" + "\"status\": \"" + String(x) + "\"" + "}";
        client.publish(sTopic[0] + "/status", val ); // widget 0
        x = random(18,20);
        x=x+(x+random(100))/100;
        val = "{" + "\"status\": \"" + String(x) + "\"" + "}";
        client.publish(sTopic[1] + "/status", val ); // widget 1
        oldtime2 = newtime;
    }
    client.loop();
}
}
}

void set_status_relays() {
    int relays=0;
    for(int i=0;i<7;i++)
        relays=relays +( datarelays[i]<<i);
    // записать данные в PORT B
    Wire.beginTransmission(0x20);
    Wire.write(0x13); // address PORT B
    Wire.write(relays); // PORT B
    Wire.endTransmission();
    delay(100); // пауза
}

```

Листинг 14.4

```

/*
Basic MQTT example

- connects to an MQTT server
- publishes "hello world" to the topic "potato"
- subscribes to the topic "batata"
*/

#define GSMAPN "internet.mts.ru" //APN
#define GSMUSER "mts"           //APN USER
#define GSMPASSWORD "mts"       //APN PASSWORD

#include <Time.h>
#include <sim800Client.h>
#include <PubSubClientHotlog.h>
#include <TimeAlarms.h>

sim800Client s800;
char imeicode[16];

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    // handle message arrived
    char mypl[48];
    Serial.println(length);
    memcpy(mypl,payload,length);
    mypl[length]=char(0);
    Serial.print("receive: ");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("->");
    Serial.println(mypl);
}

String prefix = "/IoTmanager"; // global prefix for all topics - must be some as mobile device
String deviceID = "SmarhouseArduinoMega"; // thing ID - unique device id in our project
char server[] = "m13.cloudmqtt.com"; //Mqtt Server
int  mqttport = 18274; // default 1883, but CloudMQTT.com use other, for example:
13191, 23191 (SSL), 33191 (WebSockets) - use from CloudMQTT account data
String mqttuser = "nodemcu1"; // from CloudMQTT account data
String mqttpass = "191066"; // from CloudMQTT account data

PubSubClient client(server, mqttport, callback, s800); // Pass the server, port, callback, and client.
unsigned long millis1=0;

// подключение библиотеки DTH
#include "DHT.h"
// константы
#define DHTPIN 22 // пин (D2) подключения контакта DATA
#define DHTTYPE DHT22 // датчик DHT 22
// создание экземпляра объекта DHT
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

```

```

const int nWidgets = 1;
String stat      [nWidgets];
String sTopic    [nWidgets];
String color     [nWidgets];
String style     [nWidgets];
String badge     [nWidgets];
String widget    [nWidgets];
String descr     [nWidgets];
String page      [nWidgets];
String thing_config[nWidgets];
String id        [nWidgets];
int  pin         [nWidgets];
float  defaultVal [nWidgets];
bool  inverted   [nWidgets];

void pub()
{
    char charBufVar1[50];
    char charBufVar2[20];
    sTopic[0].toCharArray(charBufVar1, 50);
    Serial.println("Publish data");
    pubConfig();
    float x = get_data_humidity();
    String val = "{\"status\":\"" + String(x) + "\"}";
    val.toCharArray(charBufVar2, 50);
    client.publish(charBufVar1,charBufVar2); // widget 0
}

void pubConfig() {
    char charBufVar1[50];
    char charBufVar2[100];
    Serial.println("Publish config");
    String s1=prefix + "/" + deviceID + "/config";
    s1.toCharArray(charBufVar1, 50);
    thing_config[0].toCharArray(charBufVar2, 50);
    client.publish(charBufVar1,charBufVar2); // config
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("SIM800 Shield testing.");
    for (int i=0; i<10; i++){
        delay(5000);
        Serial.println("try to init sim800");
    }

#ifdef HARDWARESERIAL
    if (s800.init( 7, 6)) break; // RX, Tx GPRS IcomsatV1.1
#else

```

```

    if (s800.init(&Serial1)) break;
#endif

}
initVar();
Serial.println("try to setup sim800");
s800.setup();
s800.stop();
s800.TCPstop();
s800.getIMEI(imeicode);
Serial.print("IMEI: ");
Serial.println(imeicode);

while (s800.TCPstart(GSMAPN,GSMUSER,GSMPASSWORD)) { //receive the response 7 true 0
false.
    Serial.println("TCPstart failed");
    s800.TCPstop();
    delay(1000);
}
Serial.println("TCPstart started");

while (client.connect("arduinoakit", "nodemcu1", "191066")) {
    Serial.println("connect failed");
    delay(1000);
}

Serial.println("connected");
client.publish("potato","hello world");// topico potato, msg helloworld.
client.subscribe("potato"); // topic potato.
Alarm.timerRepeat(5, pub);          // timer

}

void loop()
{

    client.loop();
    Alarm.delay(10000);

}

void initVar() {

    id  [0] = "0";
    page [0] = "SensorsNodemcu";
    descr [0] = "DHT22";
    widget[0] = "small-badge";
    //pin  [0] = A0;                      // ADC

```



```

sTopic[0] = prefix + "/" + deviceID + "/DHT22";
badge [0] = "\"badge\": \"badge-calm\""; // see
http://ionicframework.com/docs/components/#colors
style [0] = "\"style\": \"font-size:150%;\"";

if (inverted[0]) {
  if (defaultVal[0]>0) {
    stat[0] = setStatus(0);
  } else {
    stat[0] = setStatus(1);
  }
} else {
  stat[0] = setStatus(defaultVal[0]);
}

thing_config[0] = "{\"id\": \"" + id[0] + "\", \"page\": \"" + page[0] + "\", \"descr\": \"" + descr[0] +
 "\", \"widget\": \"" + widget[0] + "\", \"topic\": \"" + sTopic[0] + "\", \"badge\": \"" + badge[0] + "\", \"style\": \"" + style[0] + "\"}"; //
DHT11

}
String setStatus ( String s ) {
  String stat = "{\"status\": \"" + s + "\"}";
  return stat;
}
String setStatus ( int s ) {
  String stat = "{\"status\": \"" + String(s) + "\"}";
  return stat;
}

float get_data_humidity() {
  //float h = dht.readHumidity();
  return 43;
}

```