Программирование и отладка C++ приложений для микроконтроллеров

9 лекция

«Программирование микроконтроллеров на языке C++»

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Интегрированные среды разработки программ
2. Интегрированные среды разработки программ для микроконтроллера Arduino
3. Варианты прошивки микроконтроллера Ардуино
4. Виртуальный Ардуино и отладка электронных схем

1 Интегрированные среды разработки программ

1.1 Определение

1.2 Особенности современных сред разработки

1.3 Возможности

2 Интегрированные среды разработки программ для микроконтроллера Arduino

3 Варианты прошивки микроконтроллера Ардуино

4 Виртуальный Ардуино и отладка электронных схем

Интегрированная среда разработки, IDE (англ. Integrated Development Environment) - система программных средств, используемая программистами для разработки программного обеспечения.

Среда разработки включает:

- текстовый редактор;
- компилятор и / или интерпретатор;
- средства автоматизации сборки;
- отладчик.

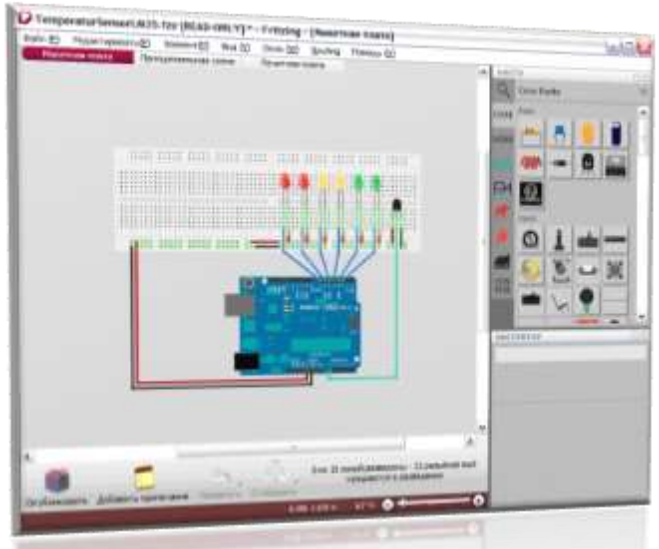
Особенности современных IDE

- IDE могут включать средства для интеграции с системами управления разнообразные инструменты для упрощения конструирования графического интерфейса пользователя.
- Многие современные среды разработки также включают браузер классов, инспектор объектов и диаграмму иерархии классов - для использования при объектно-ориентированной разработке ПО.
- Существуют IDE, предназначенные для нескольких языков программирования, например Microsoft Visual Studio, но обычно IDEпредназначается для одного определённого языка программирования, например, Visual Basic, Delphi, Dev-C++.
- Эволюционное развитие IDE - среды визуальной разработки, которые включают в себя возможность визуального редактирования интерфейса программы.

Работа в интегрированной среде дает:

- Возможность использования встроенного многофайлового текстового редактора, специально ориентированного на работу с исходными текстами программ;
- Автоматическую диагностику выявленных при компиляции ошибок, когда исходный текст программы, доступный редактированию, выводится одновременно с диагностикой в многооконном режиме;
- Возможность параллельной работы над несколькими проектами. Менеджер проектов позволяет использовать любой проект в качестве шаблона для вновь создаваемого;
- Минимум перекомпиляции. Ей подвергаются только редактировавшиеся модули;
- Возможность загрузки отлаживаемой программы в имеющиеся средства отладки, и возможность работы с ними без выхода из оболочки;
- Возможность подключения к оболочке практически любых программных средств.

Функции интегрированных сред разработки становятся стандартной принадлежностью программных интерфейсов эмуляторов и отладчиков-симуляторов.





Подобные функциональные возможности, в сочетании с дружественным интерфейсом, в состоянии существенно увеличить скорость разработки программ, особенно для микроконтроллеров и процессоров цифровой обработки сигналов, являющихся очень трудоемкими и труднообозримыми процессами.

Arduino - это открытая электронная платформа.

Arduino - торговая марка аппаратно-программных средств для построения и прототипирования простых систем, моделей и экспериментов в области электроники, автоматики автоматизации процессов и робототехники.

Arduino - это отладочная плата на базе микроконтроллера, например, ATmega328P в Arduino Uno. Платы с микроконтроллером Arduino способны считывать входящую информацию, а затем переформировывать её в исходящее действие.



Вы можете задать плате определенные действия, отправив ей входные сигналы. Для этого используется язык программирования C++ с применением библиотек Arduino и **среда разработки Arduino (IDE)**.

1 Интегрированные среды разработки программ

2 Интегрированные среды разработки программ для микроконтроллера Arduino

- **2.1 Arduino IDE**
- **2.2 Programino**
- **2.3 B4R**
- **2.4 CodeBlocks for Arduino**
- **2.5 Анализ сред разработки программ**

3 Варианты прошивки микроконтроллера Ардуино

4 Виртуальный Ардуино и отладка электронных схем

2.1 Среда разработки «Arduino IDE»

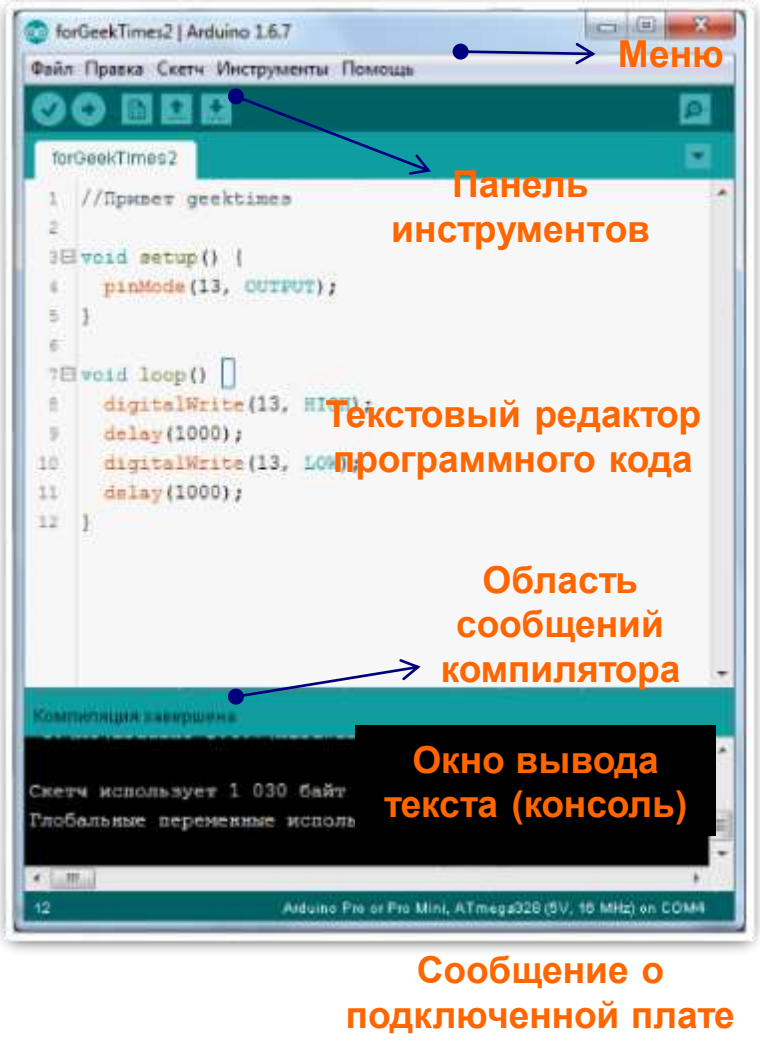
Arduino IDE это кроссплатформенное приложение на Java, включающее в себя редактор кода, компилятор и модуль передачи прошивки в плату.

Среда разработки основана на языке программирования Processing и спроектирована для программирования новичками. Язык программирования это C/C++, дополненный некоторыми библиотеками. Программа, написанная в среде Arduino, называется скетч.

Состоит из текстового редактора для написания кода, области сообщений, консоли, панели инструментов с кнопками и группой меню.

Соединяется с платой Arduino для загрузки управляющей программы и обмена данными.

Главное окно среды разработки Arduino IDE



Преимущества Arduino IDE

- Открытый ресурс и расширяемое программное обеспечение;
- Удобный для использования и понимания интерфейс;
- Кроссплатформенность. Программа совместима со всеми версиями операционных систем Windows, а также с Mac OS , Linux 32 bit/64 bit/ARM.
- Наличие необходимых для работы инструментов;
- Возможность углубить знания языка C++;
- Встроенный набор примеров программ;
- Функции сохранения, экспорта, проверки, поиска, замены скетчей.

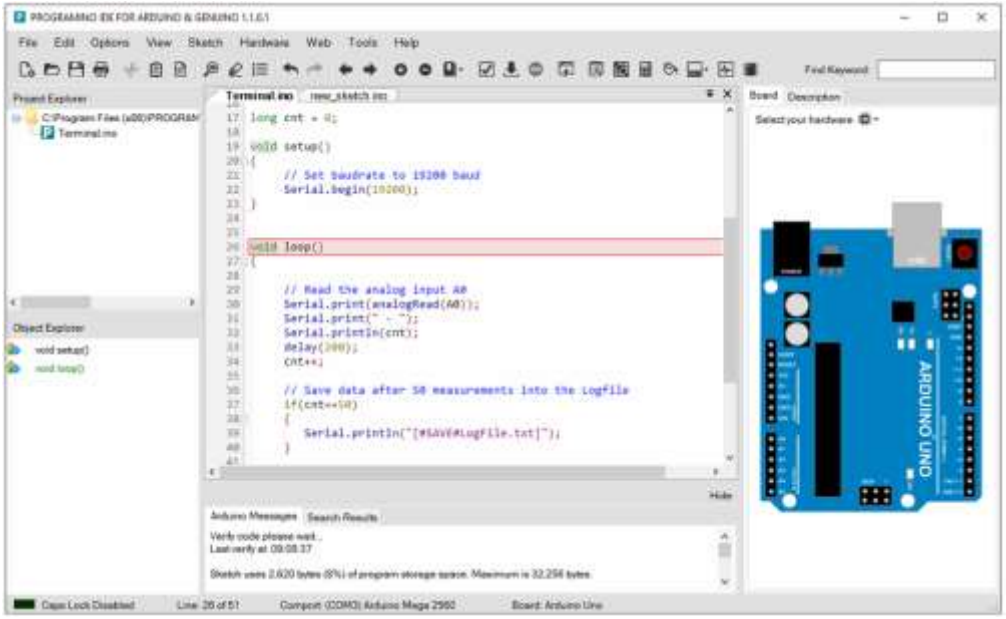
Недостатки Arduino IDE

- программа не рассчитана на работу со сложными системами;
- работа отдельных версий, по словам пользователей, характеризуется нестабильностью.

2.2 Среда разработки «Programino»

Programino является альтернативной удобной и простой в использовании IDE для плат Arduino / Genuino или совместимых микроконтроллеров.

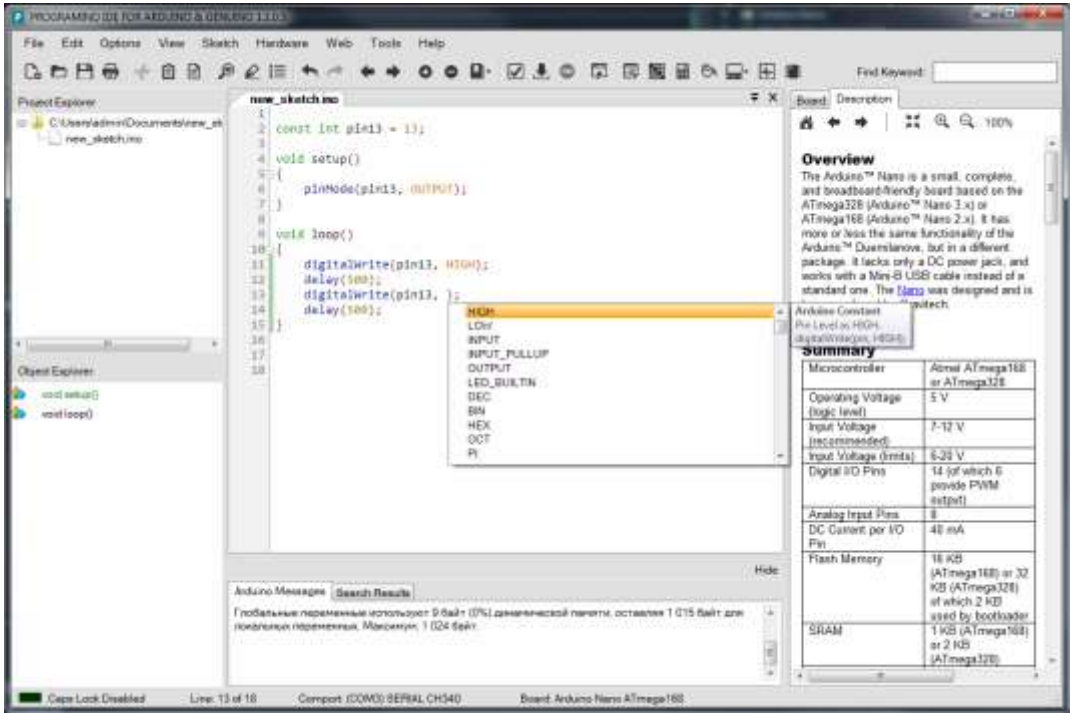
Это платная среда разработки. Programino, как и другие среды разработки, требует, чтобы была установлена Arduino IDE. При первом запуске следует в настройках указать путь к исполняемому файлу arduino.exe.



В ней имеется весь необходимый минимум для разработки программ: написание кода, проверка кода, компиляция, загрузка скетча в Ардуино, монитор последовательного порта.

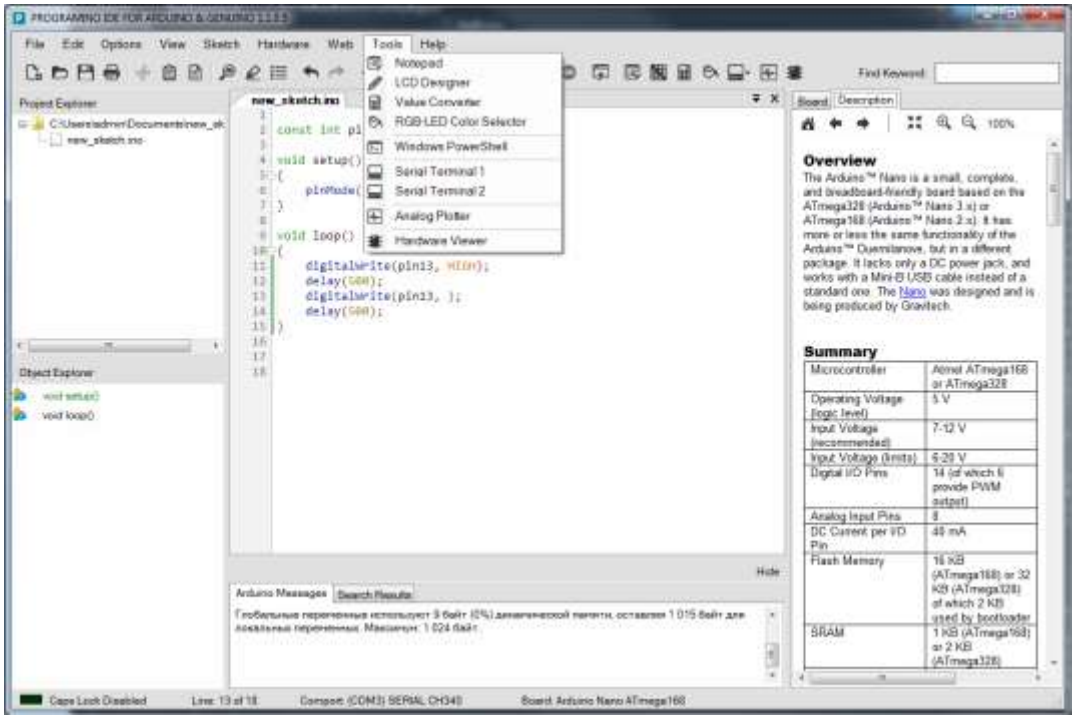
2.2 Среда разработки «Programino»

Данная IDE предлагает такой удобный способ быстрой разработки как автодополнение кода. То есть, вам не придётся постоянно лазить в справочник по командам и методам Arduino. Вы начинаете набирать код, и среда разработки предложит вам выбрать из доступных вариантов тот, который вам нужен.



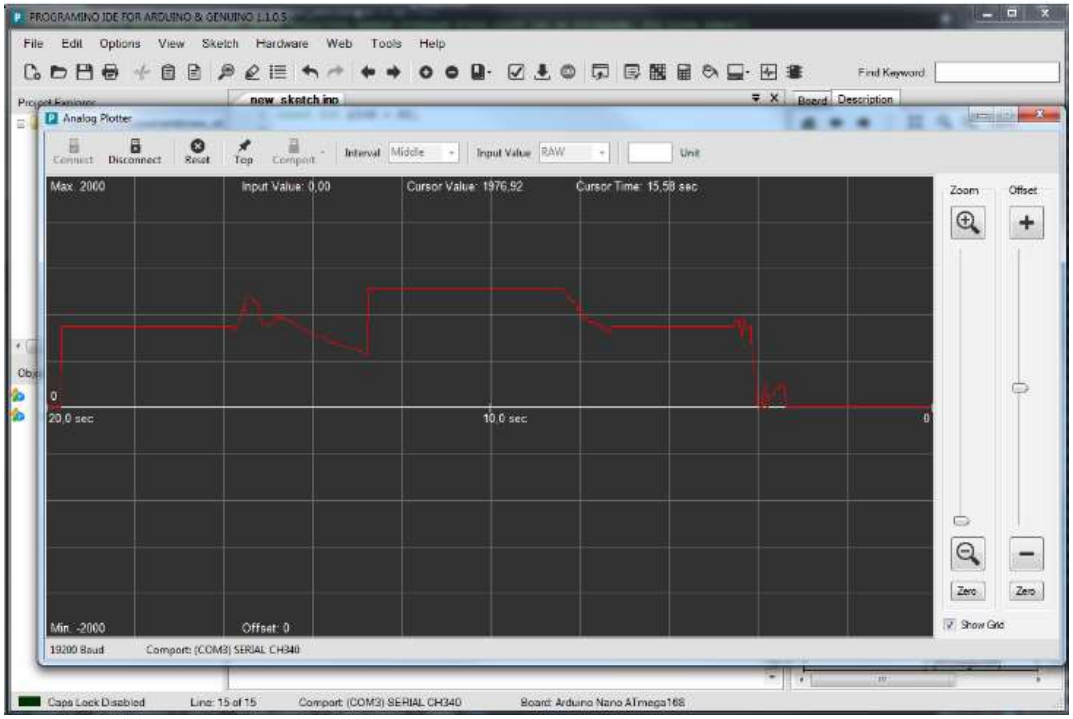
2.2 Среда разработки «Programino»

В данной среде разработки имеются несколько дополнительных полезных инструментов, доступных через меню Tools Например: блокнот, дизайнер LCD символов, преобразователь между DEC-BIN-HEX, терминал последовательного порта, аналоговый плоттер и другие.



2.2 Среда разработки «Programino»

Инструмент **Analog Plotter** позволяет визуализировать то, что приходит в COM-порт от Arduino. Этот инструмент может быть полезным, например, для отображения показаний во времени каких-нибудь аналоговых датчиков: температуры, влажности, давления, освещённости и других.



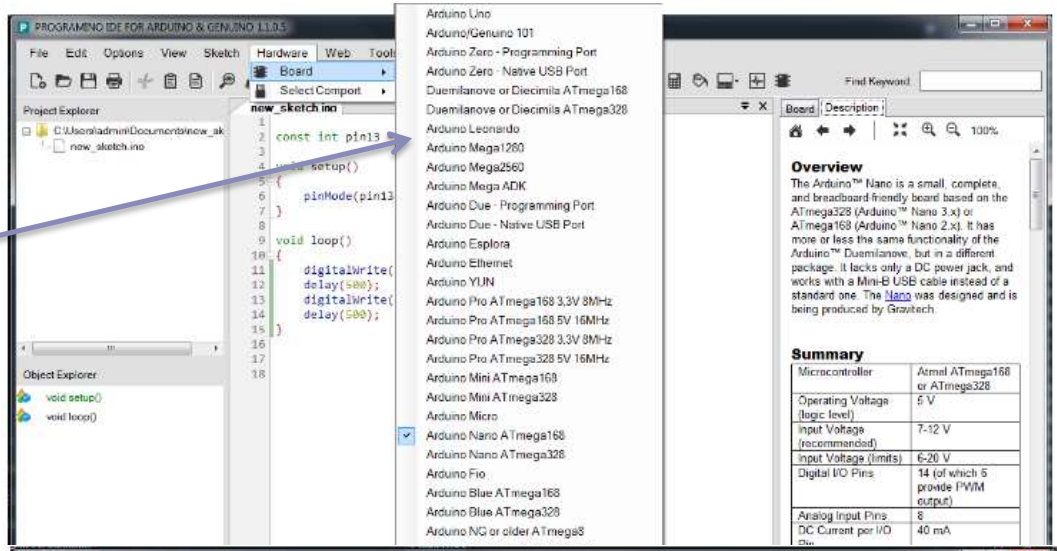
2.2 Среда разработки «Programino»

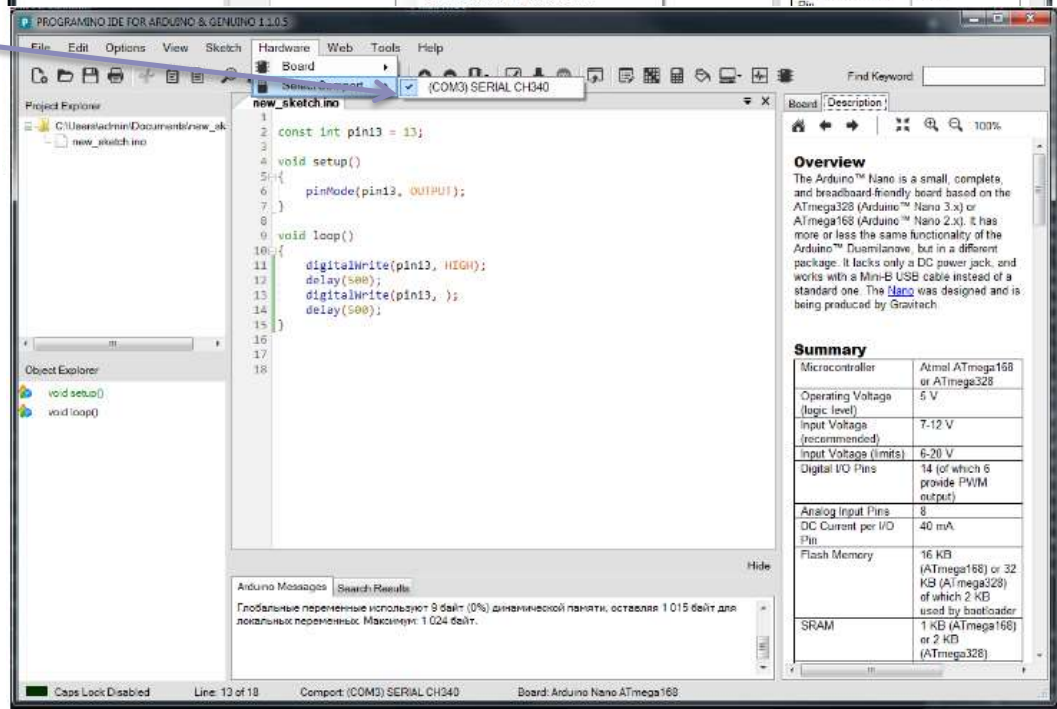
Перед записью скетча в память Arduino, следует указать

тип используемой платы и

порт,

к которому она подключена через меню Hardware.





Преимущества Programino

- простая конфигурация IDE и редактора;
- просмотрщик оборудования;
- автозаполнение кода , фрагменты и информация "подсказки";
- выборочная подсветка синтаксиса и стиль синтаксиса;
- функция экспорта в Arduino IDE;
- функции сохранения, экспорта, проверки, поиска, замены скетчей.

Недостатки Programino

- работа совместно с Arduino IDE;
- автоматически соответствует установленным библиотекам Arduino
- платная среда разработки.

2.3 Среда разработки «B4R (Basic for Arduino)»

Эта среда разработки уникальна тем, что использует язык Basic, а не Си. Она также поддерживает функцию автодополнения кода. Кроме того, она полностью бесплатна.

При первом запуске среда B4R также требует указать путь к директории с Arduino IDE и, при необходимости, дополнительным нестандартным библиотекам и общим модулям

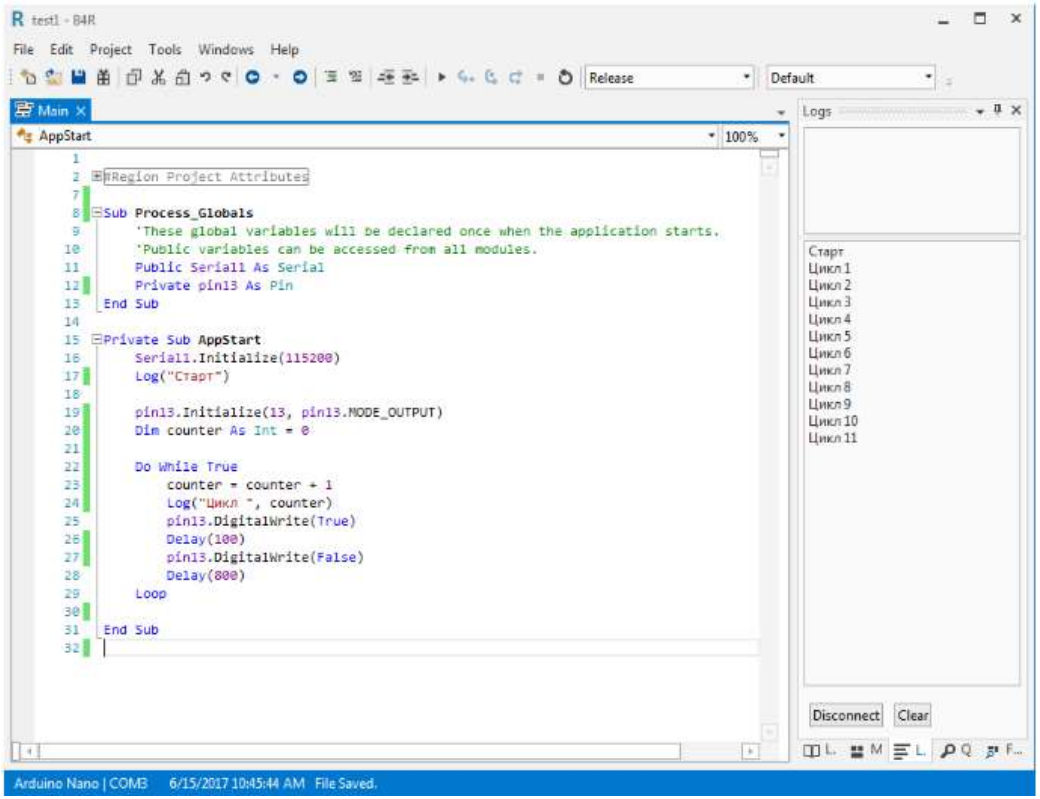
Вы не сможете сразу начать программировать в этой среде разработки, т.к. она использует другой, более объектно-ориентированный язык, чем классическая Arduino IDE, с другим синтаксисом. Тем не менее, удобство этой среды и наличие хорошего руководства от разработчиков полностью окупает эти недостатки.

2.3 Среда разработки «B4R (Basic for Arduino)»

В центральной части находится поле для редактирования кода.

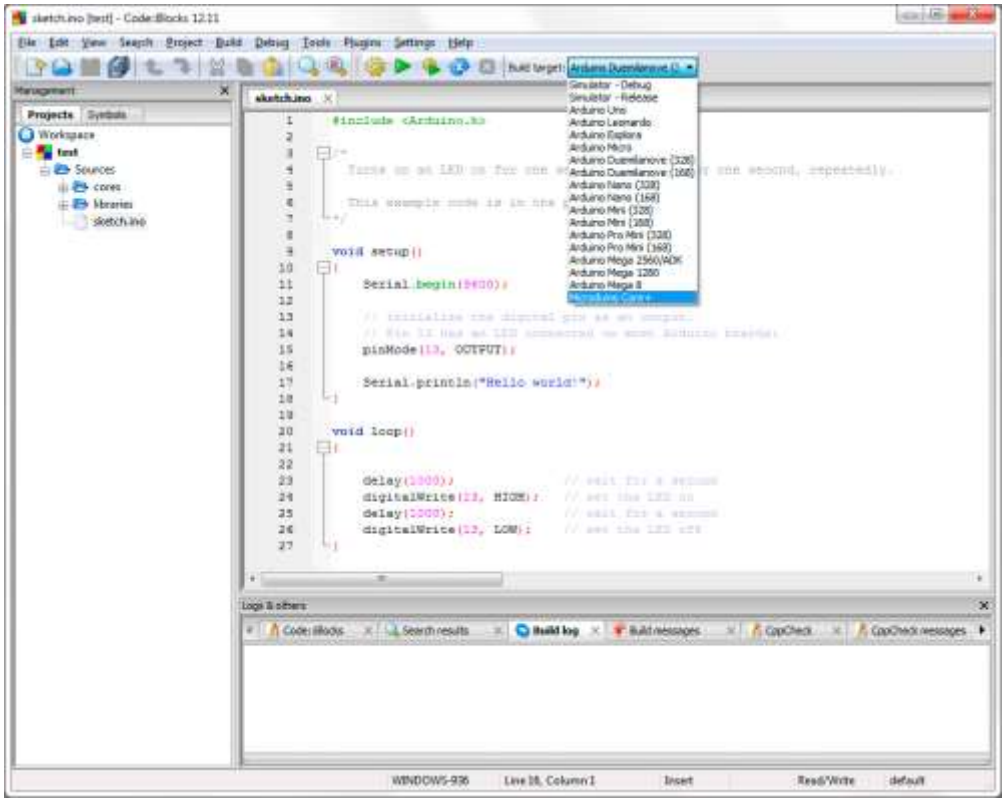
В правой – область вкладок и сами вкладки: доступных библиотек, модулей скетча, журнала и поиска.

В данной среде разработки можно ставить точки останова, что весьма полезно в процессе отладки, а также использовать закладки для более быстрой навигации по коду.



2.4 Среда разработки «CodeBlocks»

CodeBlocks -это свободная кроссплатформенная среда. Основное отличие CodeBlocks от описанных IDE – возможность писать код для микроконтроллеров и некоторых других платформ, не только для Arduino.



Преимущества CodeBlocks

- поддерживает многие компиляторы и архитектуры;
- возможность запускать IDE под любой ОС;
- предусмотрен механизм импорта проектов из других сред разработки, а также экспорта открытого файла в разнообразные форматы;
- встроенная система сборки, реализующая параллельную сборку, но одновременно с этим допускает сборку внешними инструментами с рукописными скриптами, причем тоже многопоточно;
- автодополнение и сворачивание кода,
- наличие встроенного редактора пользовательского интерфейса (подсветка синтаксиса, свободная планировка фреймов и произвольное деление рабочего окна, система вкладок в рабочем окне, обозреватель классов и т.д.)

Недостатки CodeBlocks

- необходимость ручной настройки;
- более сложная в использовании.

2.5 Анализ сред для программирования и отладки микроконтроллеров Arduino

Критерии оценки	Arduino IDE	Programino	B4R	CodeBlocks
Лицензия	свободная	проприетарная	проприетарная	свободная
Функциональность	+	+	+	+
Удобство интерфейса	-	+	-	+
Современная поддержка	+	+	+	+
Предпочтения пользователей	+	-	-	-

1 Интегрированные среды разработки программ

2 Интегрированные среды разработки программ для микроконтроллера Arduino

3 Варианты прошивки микроконтроллера Ардуино

3.1 Прошивка с помощью Arduino IDE

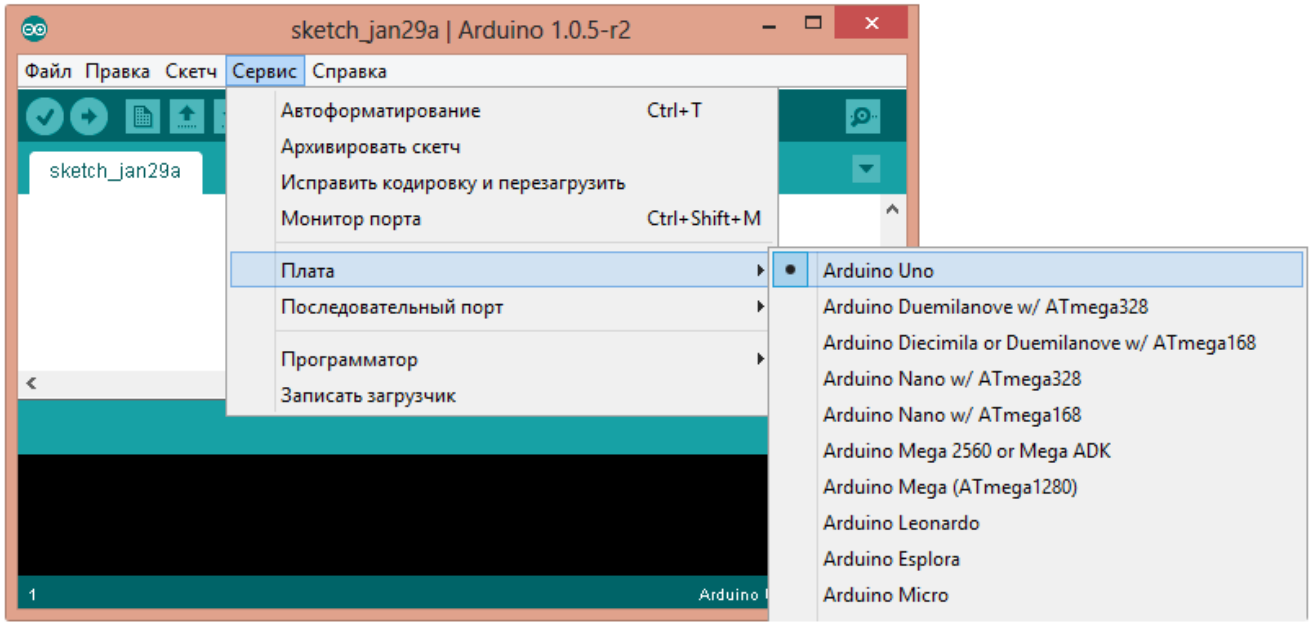
3.2 Прошивка с помощью программатора

3.3 Прошивка Arduino через Arduino

4 Виртуальный Ардуино и отладка электронных схем

3.1 Прошивка с помощью Arduino IDE

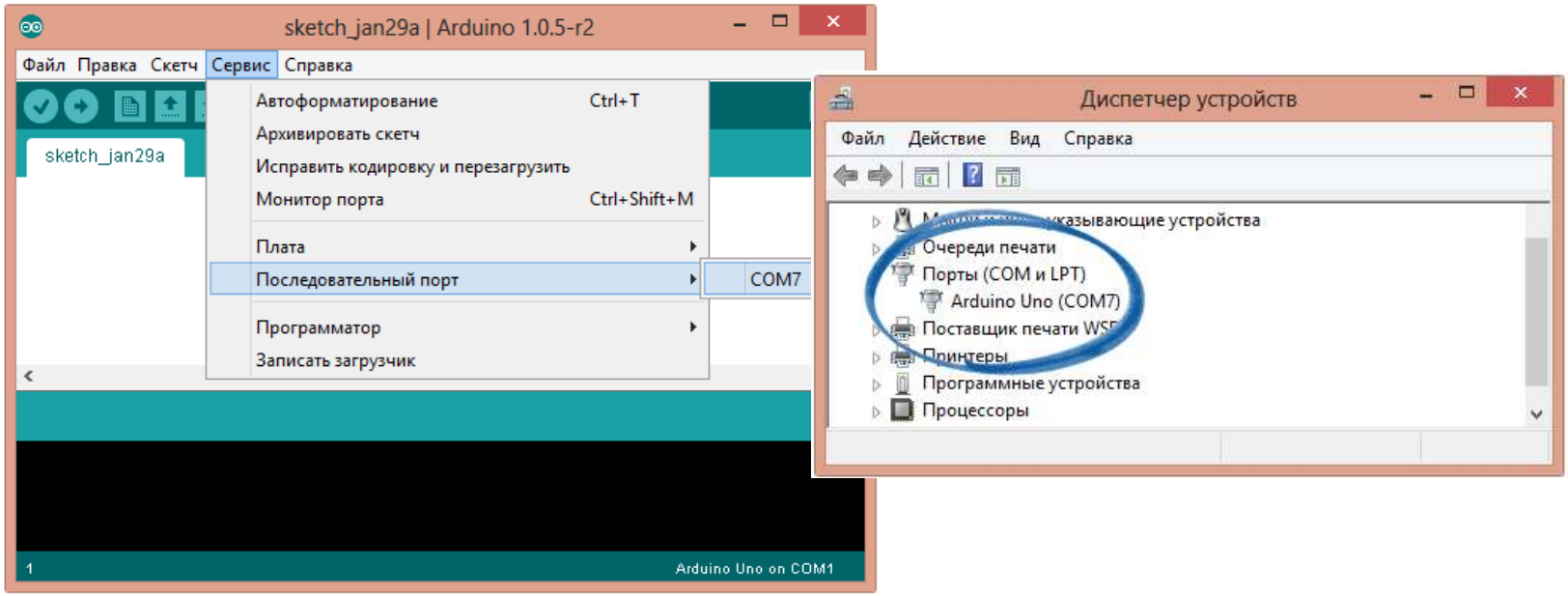
1. Подключим плату к компьютеру с помощью USB кабеля.
2. Запустить среду разработки Arduino IDE
3. Выбираем плату. Выбрать пункт в меню Сервис > Плата, соответствующий вашей плате Arduino.



3.1 Прошивка с помощью Arduino IDE

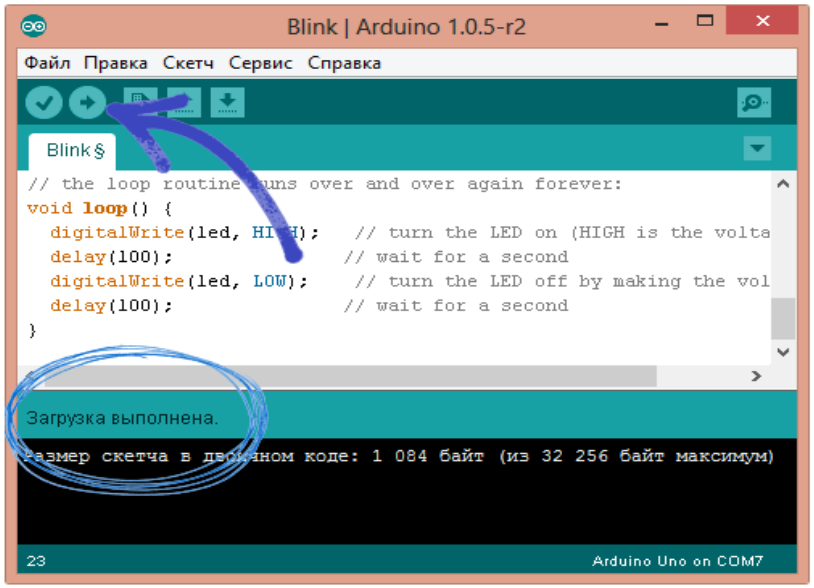
5. Выбираем последовательный порт. Выбрать пункт в меню **Сервис > Последовательный порт**.

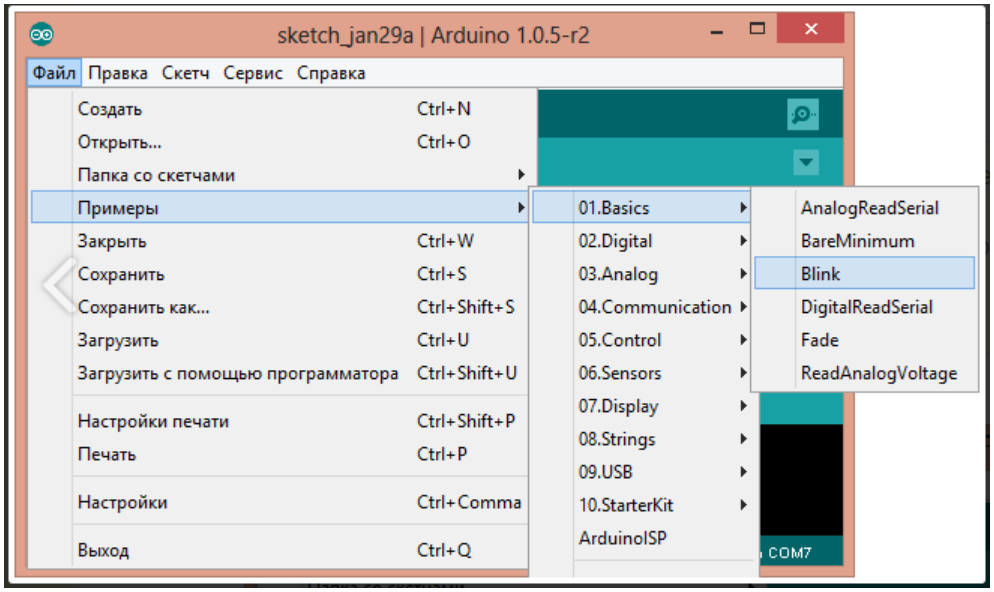
   Чтобы найти нужный порт, вы можете отсоединить плату Arduino и повторно открыть меню; пункт, который исчез, и будет портом платы Arduino. Или проверить подключение COM-порта через диспетчер устройств



3.1 Прошивка с помощью Arduino IDE

6. Загрузить скетч в Arduino.
7. Нажмите кнопку «Upload» в программе – среде разработки. Подождите несколько секунд – вы увидите мигание светодиодов RX и TX на плате. В случае успешной загрузки в строке состояния появится сообщение «Загрузка выполнена».
   Несколько секунд спустя после окончания загрузки вы увидите как светодиод вывода 13 (L) на плате начнет мигать оранжевым цветом. Вы получили готовый к работе Arduino.

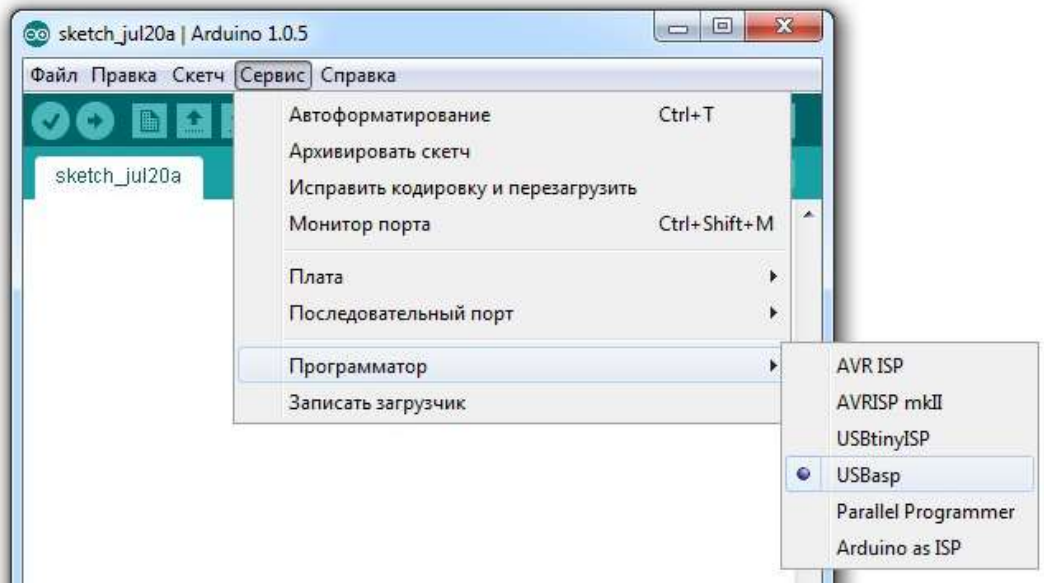




3.2 Прошивка с помощью программатора

Заливка будет производиться в несколько этапов.

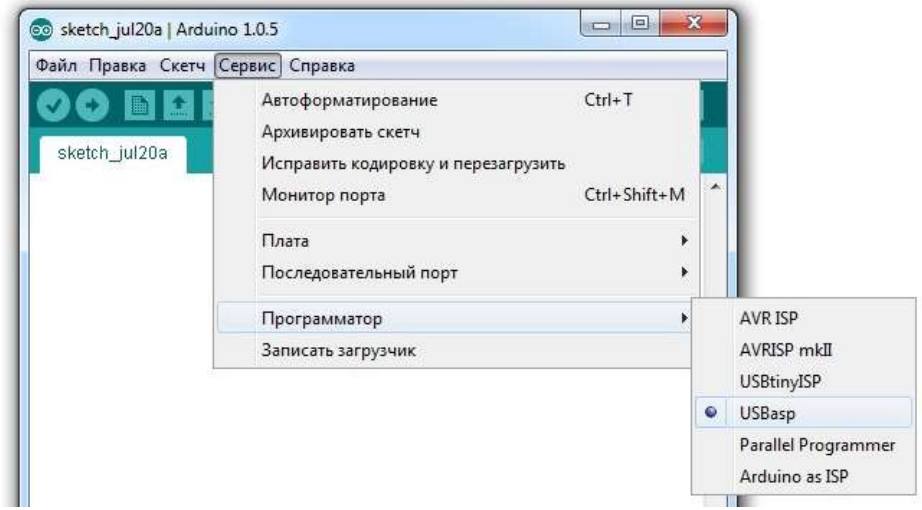
1. Подключим программатор к плате и к компьютеру. Если программатор не опознается компьютером, нужно скачать и установить драйверы.
2. Выбираем плату, для которой нужно прошить загрузчик. Это делается в меню Сервис >> Плата.



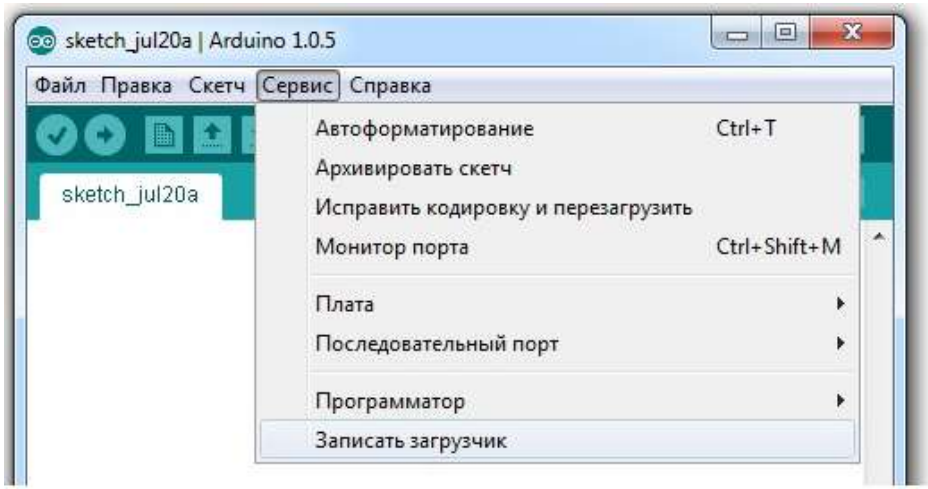


3.2 Прошивка с помощью программатора

3. Затем нужно выбрать программатор, к которому подключен контроллер. В данном случае используется USBasp.



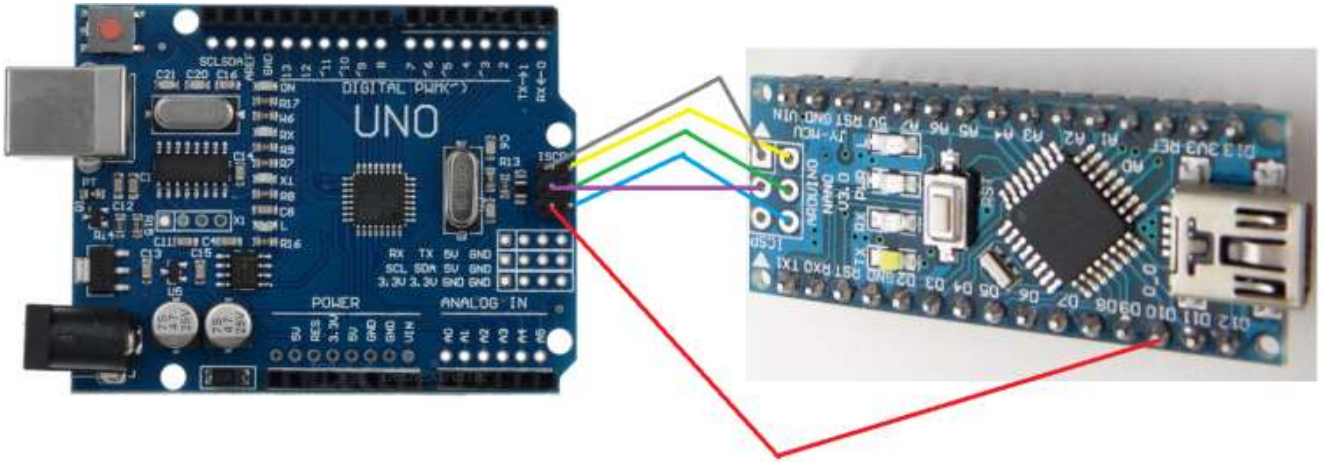
4. Последний шаг – нажать на «записать загрузчик» в меню Сервис.



3.3 Прошивка Arduino через Arduino

1. Настроим плату, которая будет выступать в качестве программатора. Ее нужно подключить к компьютеру, открыть среду разработки Arduino IDE и найти в примерах специальный скетч Arduino ISP и прошить плату.
2. Подключим вторую плату, которую нужно прошить, к первой. После этого нужно зайти в меню Инструменты и выставить там прошиваемую плату и тип программатора.
3. Прошиваем устройство. Как только прошивка будет открыта или написана, нужно перейти в меню Скетч >> загрузить через программатор.

.



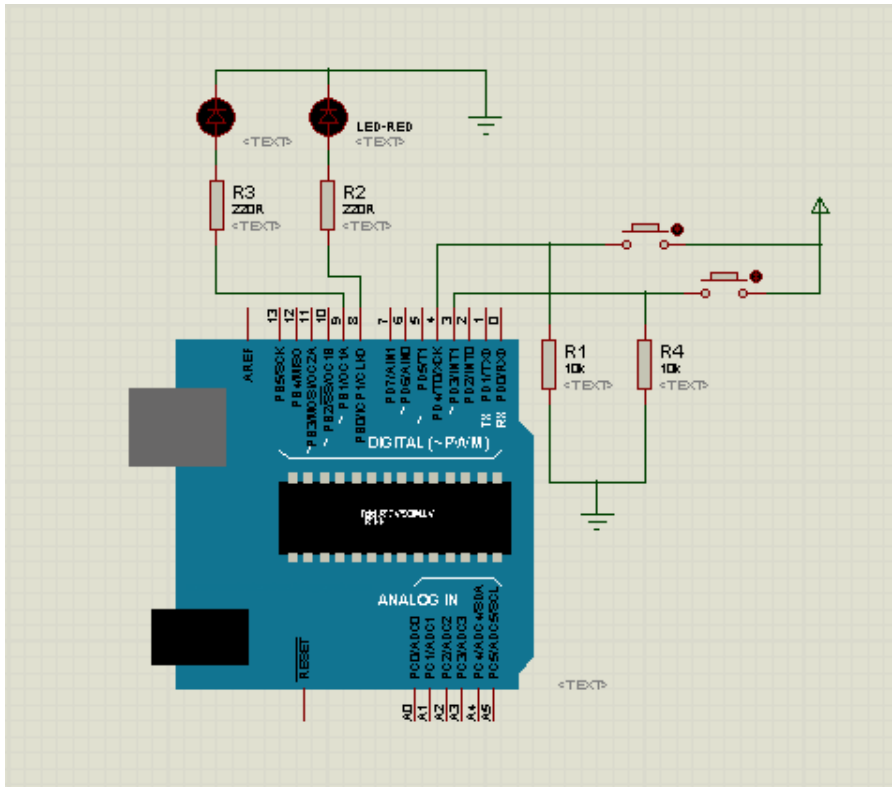
1 Интегрированные среды разработки программ

2 Интегрированные среды разработки программ для микроконтроллера Arduino

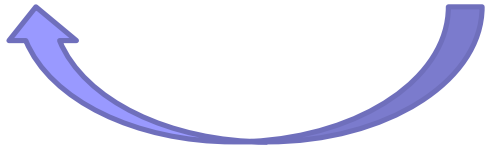
3 Варианты прошивки микроконтроллера Ардуино

4 Виртуальный Ардуино и отладка электронных схем

Эмулировать Arduino с помощью Proteus

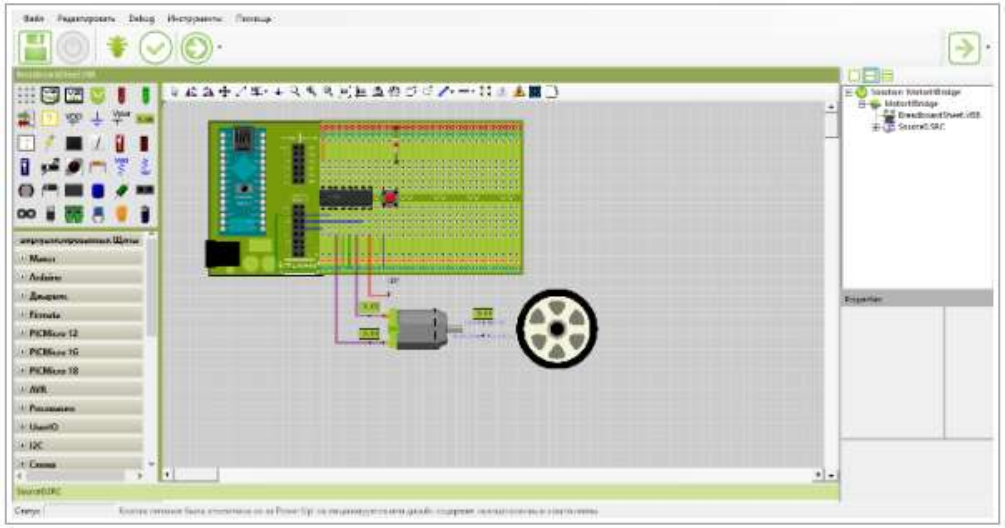



```
1  void setup() {
2    pinMode(3, INPUT);
3    pinMode(4, INPUT);
4    pinMode(8, OUTPUT);
5    pinMode(9, OUTPUT);
6
7  }
8
9  void loop() {
10   int b1 = digitalRead(3);
11   int b2 = digitalRead(4);
12   if (b1 == HIGH) {
13     digitalWrite(8, HIGH);
14   }
15   else digitalWrite(8, LOW);
16
17   if (b2 == HIGH) {
18     digitalWrite(9, HIGH);
19   }
20   else digitalWrite(9, LOW);
21 }
```



Эмулировать Arduino с помощьюVirtual BreadBoard

- Программа выпущена компанией Arduino в 2015г. Предназначена для моделирования различных Arduino устройств. С ее помощью можно писать код для электронных плат и проверять его работоспособность прямо на эмуляторе, без загрузки на само устройство.
- Возможности эмулятора
  - Программы проходят обработку предпроцессором и компилируются в код;
  - Широкая библиотека элементов для построения электрических схем;
  - Эмулировать несколько компонентов и контроллеров Arduino, при этом проекты могут работать автономно.
- Программа включает:
  - Компилятор
  - Редактор кода
  - Плату для ввода\вывода
  - Модуль передачи прошивки на Arduino



Tinkercad Arduino

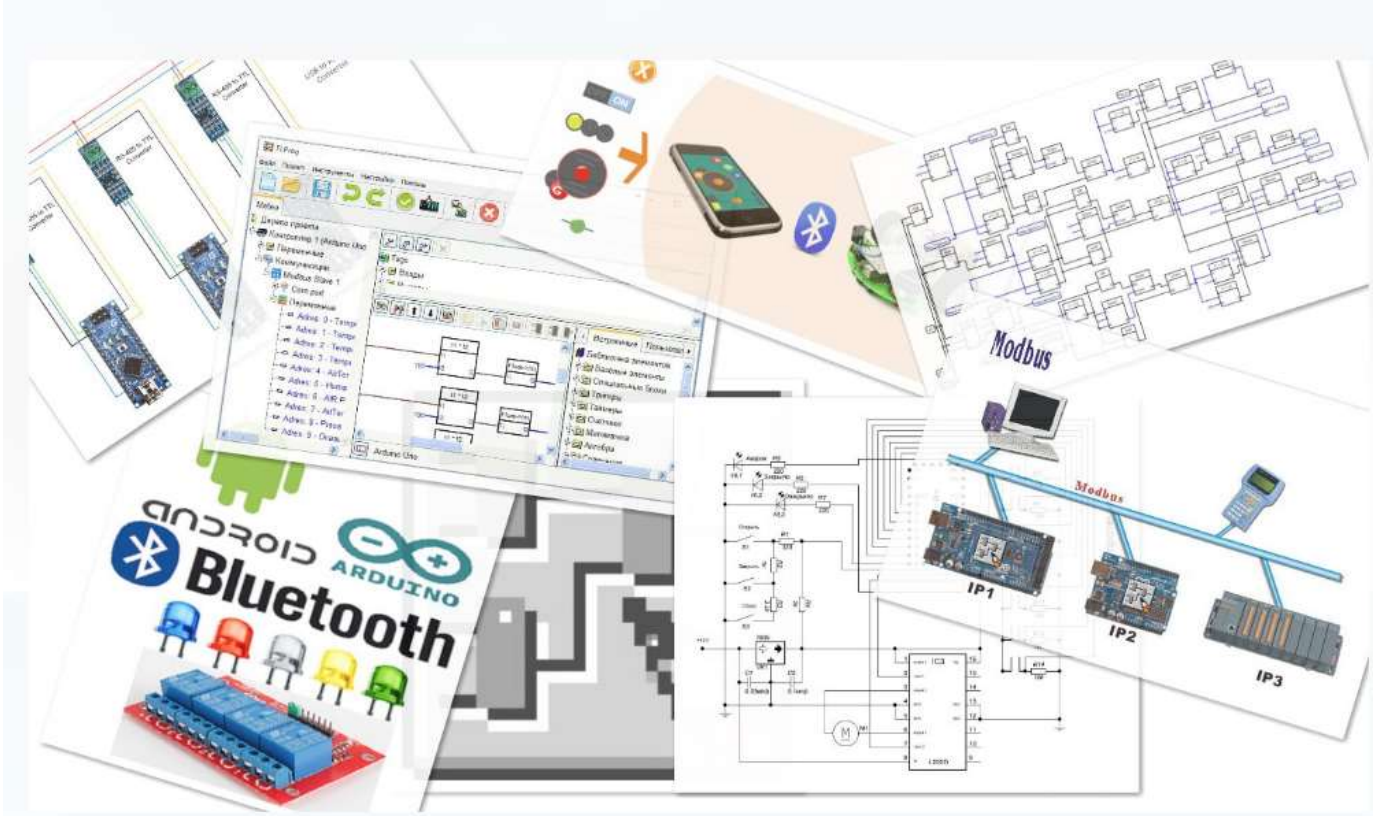
TinkerCAD – online-сервис и среда моделирования для работы с 3D объектами и электронными схемами, принадлежащий компании Autodesk. Отличительными особенностями являются открытость, бесплатный доступ, широкие функциональные возможности редактора.

Среда моделирования электронных схем TinkerCAD состоит из следующих компонентов:

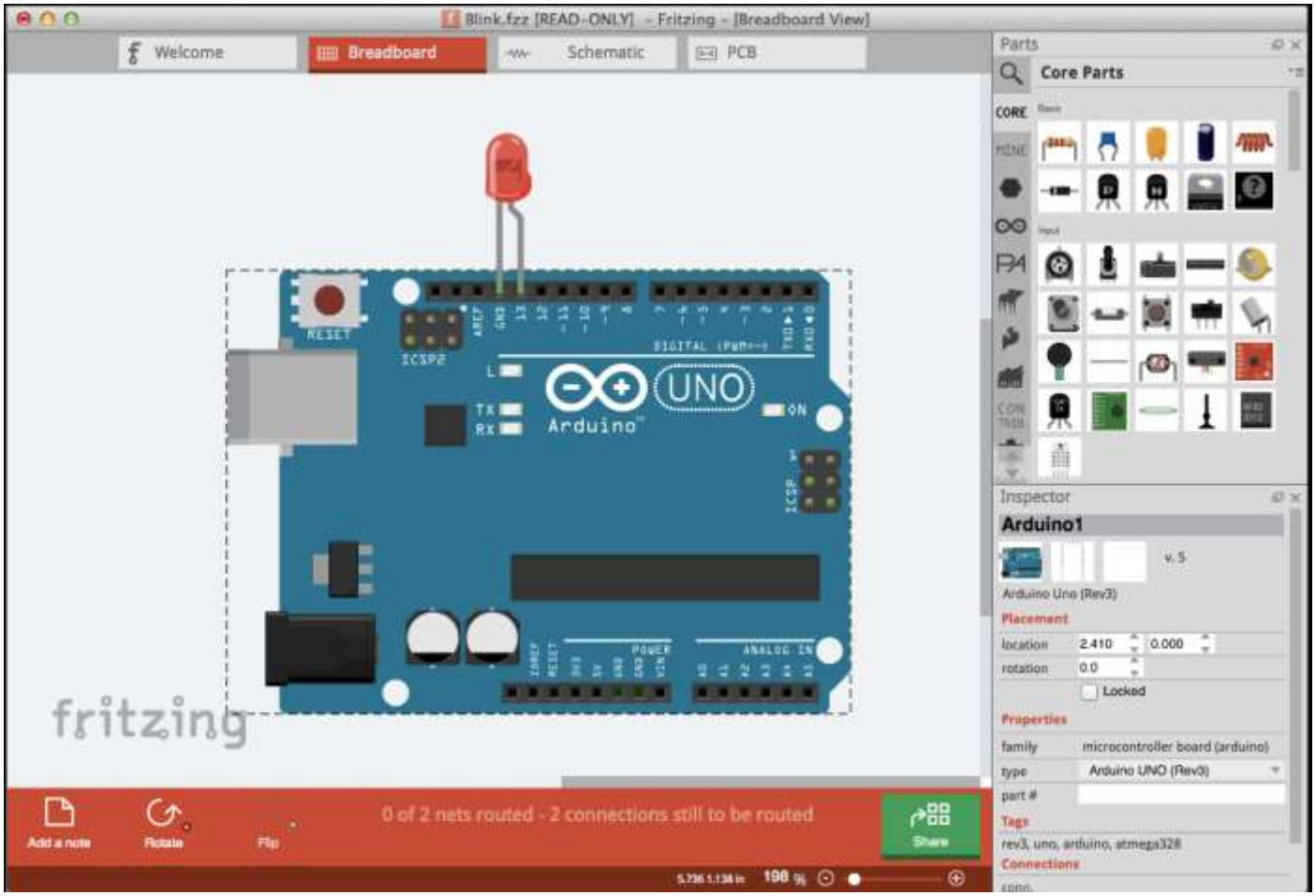
- редактор электронных схем;
- эмулятор работы основных электронных компонентов;
- эмулятор контроллера Arduino;
- редактор скетчей, в том числе визуальный;
- система отладки и симулирования проектов с использованием Arduino.



FLProg визуальное программирование для Arduino



Fritzing — программное обеспечение для виртуального моделирования электрических цепей, схем и электронного оборудования.



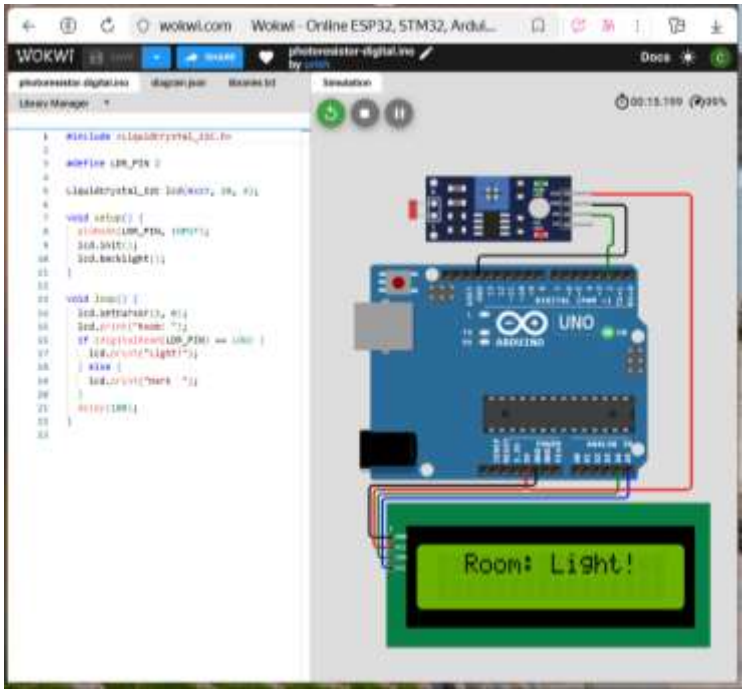
Онлайн-симулятор Wokwi

- Wokwi - это бесплатная онлайн-платформа для моделирования микроконтроллерных систем, поддерживающая **Arduino**, **ESP32**, **Raspberry Pi Pico, STM32**.Она предназначена для разработки, тестирования и отладки проектов без необходимости использования реального оборудования.
- **Основные возможности:**
  - Моделирование работы схем в реальном времени в браузере;
  - Поддержка множества компонентов: фоторезисторы, светодиоды, ЖК-дисплеи, датчики температуры, Wi-Fi-модули ..;
  - Визуальное отображение соединений и состояния элементов;
  - Отладка и мониторинг данных через Serial Monitor;
  - Поддержка языка C/C++ и интерфейса аналогичного реальной среде Arduino;
  - Возможность совместного доступа и обмена проектами по ссылке (Share).

Преимущества и применение Wokwi в учебном процессе

- **Преимущества:**
  - Не требует установки программ – работает в браузере;
  - Позволяет моделировать сложные проекты;
  - Подходит для дистанционного обучения и лабораторных работ;
  - Обеспечивает безопасную и наглядную среду для экспериментов с кодом и схемами;
  - Позволяет осваивать программирование микроконтроллеров и анализировать работу АЦП, датчиков, логики управления.

- **Применение в обучении:**
  - Освоение принципов работы аналоговых и цифровых датчиков;
  - Практикум по программированию Arduino и ESP32;
  - Отладка алгоритмов управления без реальных микроконтроллеров;
  - Подготовка лабораторных отчётов с визуальными схемами и URL-ссылками на проекты.



Выводы

1. Интегрированные среды разработки (IDE) позволяют избежать большого объема однообразных действий и тем самым существенно повысить эффективность процесса разработки и отладки позволяют, то есть они являются средами быстрой разработки приложений различной степени автоматизации процесса программирования.

2. Существует множество сред разработки и отладки для микроконтроллеров Ардуино, однако наиболее популярное и используемое от собственного разработчика Arduino Software.

3. Прошивка плат на базе микроконтроллеров ATmega, как правило, не сложна и может выполняться в Arduino IDE с помощью встроенной программы-загрузчик. Еще одним вариантом перепрошивки контроллера является использование другой платы Arduino или специальных программаторов. Этот метод требует дополнительных усилий и затрат, но позволяет гибко изменять параметры прошивки.