



НТО ЮНИОРЫ 2026/27 · СФЕРА

Медтех

Быстрый старт: главное для подготовки к
отборочному этапу

5–7 класс

Автор-составитель

Артём Осинowski, методист и разработчик детского технопарка «Кванториум»

Детский технопарк «Кванториум», Новосибирск · 2026

Медтех

Быстрый старт: главное для подготовки к отборочному этапу НТО Юниоры. 5–7 класс

Автор-составитель – **Артём Осинowski**, методист и разработчик детского технопарка «Кванториум».

Нашли ошибку или неточность? Напишите на osinovsky.aa@kvantorium54.ru (рабочая почта): сфера, версия книги (1.0) и номер страницы – исправим в следующей версии. Актуальная версия и список изменений – nto.kvantorium54.ru/knigi. Личная почта для других вопросов – artem081033@gmail.com.

Важно. Это не официальное пособие олимпиады, а книга методиста «Кванториума». Каких заданий ждать на отборе 2026/27, мы не знаем: организаторы их заранее не показывают, а задания разных лет не повторяются. Книга готовит к темам из программы сферы и приёмам решения, а не к конкретным задачам.

Книга помогает школьнику самостоятельно подготовиться к отборочному этапу сферы «Медтех» Национальной технологической олимпиады «НТО Юниоры»: теория с нуля, подробные разборы задач и задачи для самопроверки с ответами.

Большинство задач составлены автором по образовательной программе сферы, часть – по мотивам открытых заданий прошлых лет; источник указан у каждой задачи. Уровни сложности – шкала этой книги, а не баллы олимпиады. Правила, сроки и формат отбора – на сайте junior.ntcontest.ru.

Это «Быстрый старт» – сжатая версия книги: по каждой главе главное, один разбор и четыре задачи с ответами. Для подготовки к отбору рекомендуем полную версию – все разборы, задачи и полный справочник, главы те же: nto.kvantorium54.ru/knigi.

Быстрый старт · версия 1.0 от 02.10.2026, сборка 02.10.2026. © Артём Осинowski, 2026.

Содержание

Как устроена эта книга	3
Для кого эта книга	3
Как устроен отбор	3
Что пригодится на отборе и где это в книге	4
Как пользоваться книгой	5
Как вводить ответы на отборе	6
Что понадобится	6
План на месяц до отбора	26
Родителям и наставникам	26
Честно об этой книге	26
Глава 1 Тело человека как система сигналов	28
Глава 2 Пульс и сердце: считаем по графику	33
Глава 3 Мышцы и мозг: ЭМГ и ЭЭГ	37
Глава 4 Сигналы и обработка данных	42
Глава 5 Электричество и датчики	46
Глава 6 Программирование: Arduino и машины состояний	50
Глава 7 Таблицы, графики и статистика	55
Глава 8 Свет, звук и колебания в медицине	59
Ответы и решения	64
Справочник	67
Шпаргалка: всё «Запомни» из глав	67

Как устроена эта книга

Эта книга – тренажёр для отборочного этапа сферы «Медтех» олимпиады «НТО Юниоры». Здесь есть всё, чтобы готовиться самостоятельно: теория с нуля, подробные разборы задач и сразу после каждого – похожие задачи «Реши сам» с ответами в конце книги. Набор с датчиками и знакомый врач не нужны: пульс, мышцы и мозг мы изучаем по графикам, на бумаге, с калькулятором и в бесплатных программах, а схемы собираем в симуляторе прямо в браузере.

Для кого эта книга

- Для школьников **5–7 классов**, которые выбрали (или думают выбрать) сферу «Медтех».
- Для тех, кто **не проходил физику и ни разу не программировал**. Школьная физика начинается в 7 классе, так что ток, напряжение и частоту мы объясняем с самого начала, а первую программу разбираем построчно.
- Для тех, у кого **нет кружка и оборудования**. Первая половина курса сферы, которая готовит к отбору, целиком проходит в онлайн-симуляторе. Книга устроена так же.
- Для **наставников и родителей**, которые хотят помочь. Для них есть отдельный раздел в конце введения.

Как устроен отбор

Таблица В.1

Когда	Что происходит
с 1 октября	демо-этап с пробными заданиями (по сообщению организаторов)
до 9 ноября	регистрация на олимпиаду (наш совет – успеть до 20 октября, тогда будут обе попытки)
20–30 октября	отбор, попытка 1 (3 часа)
31 октября – 10 ноября	отбор, попытка 2 (засчитывают лучшую из двух)
7–17 декабря	финалы в регионах

- Отбор проходит **дома, онлайн, с компьютера**. Задания открываются в личном кабинете на my.ntcontest.ru и решаются на платформе «Орбита» (orbita.education). Каждый решает сам за себя.
- Задания – это задачи с ответом, который проверяет компьютер: ввести число, выбрать верные варианты, сопоставить, расставить строки программы по порядку, прочитать график и сделать вывод.
- «Медтех» – новая сфера, её отборочных задач прошлых лет не существует. Зато разработчики сферы на вебинаре в сентябре 2026 года рассказали, из чего будет состоять

отбор. Задачи связаны с материалами курса, но они более творческие, чем тесты курса: на физиологию, биосигналы и обработку сигналов. Плюс практические задачи в симуляторе, где нужно собрать схему или написать программу. Задачки будут по схемотехнике и по обоим языкам курса – диаграммам состояний и C++. Поэтому книга построена по программе сферы «Медтех. Основы мониторинга и биоуправления», а в самой программе есть отдельный модуль «Разбор задач отборочного онлайн этапа».

- За тест бесплатного курса своей сферы дают **+5 баллов**. Курс – на academy.junior.online, вход через «Талант». Бонус нужно включить самому в личном кабинете («Мои привилегии») до конца отбора. Учти: после этого сферу уже не поменять. И бонус засчитают, только если за задания отбора ты набрал больше нуля.
- Тесты внутри курса – это ещё не отбор. Они показывают, понял ли ты модуль. Чтобы курс засчитали пройденным, на тестах нужно набрать не меньше 70 %.
- Финал – **командный** и очный: команда из трёх человек (бывает из двух или четырёх) в своём регионе решает задачи за компьютерами на той же «Орбите». Там снова теория, творческие задачи и работа в симуляторе. Тема финала этого сезона, по словам разработчиков, – БОС-тренажёр для космонавтов. БОС – биологическая обратная связь: прибор показывает человеку его собственный пульс, дыхание или напряжение мышц, огоньком или героем игры, и человек учится ими управлять.
- Оборудование для отбора и общего финала не нужно. Отдельно от финала некоторые регионы проводят хакатон с набором «Медтех Юниор» – там уже работают с настоящими датчиками пульса, мышц и мозга.

Совет. Сроки и правила могут уточняться. Главный источник – сайт олимпиады junior.ntcontest.ru и памятка для Новосибирской области nto.kvantorium54.ru.

Что пригодится на отборе и где это в книге

На странице сферы перечислено, что пригодится на отборе, по четырём предметам. Вот где это в книге:

Таблица В.2

Что пригодится на отборе	Глава
Анатомия и физиология человека, нервная и дыхательная системы, органы чувств	1. Тело человека как система сигналов
Электричество в живых организмах	1 и 3
Сердце и кровеносная система, временные интервалы	2. Пульс и сердце: считаем по графику
Мышцы и опорно-двигательный аппарат, механизмы	3. Мышцы и мозг: ЭМГ и ЭЭГ
Частота и период колебаний, обработка сигналов (из программы сферы)	4. Сигналы и обработка данных
Электричество и электрические цепи	5. Электричество и датчики

Что пригодится на отборе	Глава
Алгоритмы, переменные, управляющие конструкции, любой язык программирования	6. Программирование: Arduino и машины состояний
Графики, шкалы и диапазоны, проценты, среднее, максимум и минимум, таблицы	7. Таблицы, графики и статистика
Оптика и свет, колебания и волны	8. Свет, звук и колебания в медицине

Начни с главы 1: из неё понятно, какие сигналы даёт тело и как их ловят датчики, а дальше книга всё время на это опирается. Главы 2 и 3 разбирают конкретные сигналы – сердце, мышцы, мозг. Глава 4 собирает общие приёмы для любых сигналов, и после второй и третьей глав она пойдёт легче. Главу 5 прочитай раньше главы 6: сначала схема, потом программа для неё. Главу 7 можно открыть когда угодно – графики и средние нужны во всей книге. Главу 8 лучше читать после главы 4.

Как пользоваться книгой

В каждой главе теория и разборы идут вперемешку: за каждым разбором сразу следуют две похожие задачи «Реши сам», чтобы закрепить приём, пока он свежий в голове.

- 1. Теория.** Коротко и по делу, с рисунками. Каждая новая тема начинается с большой карточки «на пальцах», а самое нужное собрано в рамках «Запомни». Все «Запомни» из всех глав повторяются в конце книги, в шпаргалке.
- 2. Разбираем задачи.** К каждой задаче – решение по шагам: что дано, что делаем и почему, где часто ошибаются, какой ответ получился и можно ли ему верить.
- 3. Реши сам.** Сразу после разбора – две задачи на тот же приём, но с другими числами и другим сюжетом.
- 4. Ответы** – в конце книги, в разделе «Ответы и решения». Там только ответ и иногда короткая подсказка, если задача с подвохом. Полного решения нет специально: если подсказки не хватило, вернись к разбору перед задачей.

Хочешь пробежаться по всей программе быстро – есть отдельная короткая книжка **«Быстрый старт»**: из каждой главы самое нужное, один разбор и несколько задач «Реши сам». Её удобно пройти за неделю, а эту книгу держать под рукой как справочник.

У каждой задачи есть уровень – как в обычном задачнике: у трудных задач звёздочка рядом с номером («задача 3*»), в них нужно несколько идей сразу. Лёгкие задачи, в одно действие, подписаны словом «разминка». Звёздочка и «разминка» – это уровни нашей книги, а не баллы олимпиады. Сколько задач будет на отборе и сколько баллов стоит каждая, заранее не объявляют.

Совет. Разбор читай с листком бумаги. Закрой решение, попробуй решить сам, а потом сверяйся по шагам. Так ты запомнишь в три раза больше, чем если просто прочитаешь.

У каждой задачи внизу написано, откуда она взялась. «Своя задача по программе сферы» – мы придумали её по теме из программы 2026/27 года; таких в книге большинство. «По мотивам задачи НТО» – идею мы взяли из задач старшей олимпиады для 8–11 классов по профилю

«Нейротехнологии и когнитивные науки», сильно упростили, пересказали своими словами и поменяли числа.

Как вводить ответы на отборе

Так было на отборочных этапах прошлых лет в других сферах. На «Орбите» перед каждой задачей читай инструкцию: там сказано, в каком виде нужен ответ.

- **Только число**, без единиц измерения. Смотри, в каких единицах просят ответ: пульс – в ударах в минуту, время – в секундах или миллисекундах, частота – в герцах.
- **Дробную часть** на сайте обычно отделяют **точкой**: 0.75 , а не $0,75$. В книге мы пишем по-русски, через запятую.
- **Несколько верных вариантов** часто записывают строкой из их номеров подряд, без пробелов и запятых: выбрал варианты 1, 3 и 4 – вводишь 134 . Точный формат – в инструкции к задаче.
- **Округляй так, как сказано в условии**. «До целых» – ни одного знака после точки. Промежуточные результаты не округляй – только ответ.
- **Пульс – целое число**. Сердце не делает 72,4 удара. Если условие не говорит, как округлять, а получилось дробное число, перечитай условие: возможно, время нужно было перевести в секунды или минуты.
- **Попытки ограничены**. На задачу даётся от 3 до 5 вводов, и каждая неверная попытка снимает 30 % балла за эту задачу. Сначала реши на бумаге или проверь программу в симуляторе, и только потом вводи ответ.
- **«Сохранить» – ещё не отправка**. Ответ засчитан, когда нажата кнопка «Отправить».

Что понадобится

- Тетрадь в клетку, карандаш, линейка – графики пульса и сигналов удобно разбирать прямо по клеткам.
- Калькулятор. Хватит обычного на телефоне: проценты, дроби, деление.
- Компьютер с интернетом – для глав 5 и 6 и для задач с таблицами. Планшета мало: программы из списка сферы ставятся на компьютер.
- **Tinkercad** – онлайн-симулятор схем, в котором работает курс сферы. Открывается в браузере, ставить ничего не нужно. Входи по ссылке на класс из курса, логин там же. Схемы в общем классе между заходами не сохраняются – копируй код программы себе в файл.
- **Wokwi** (wokwi.com) – другой симулятор Arduino, тоже в браузере и без установки. Им удобно проверять программы из книги, если Tinkercad сегодня не открывается.
- **Arduino IDE** – программа для настоящей платы Arduino. Для отбора она не обязательна: код можно писать прямо в симуляторе. Но она есть в списке программ, которые организаторы называли для финала. Для подготовки к отбору хватит симулятора; программу для настоящей платы поможет поставить педагог кружка.
- **Кибериада IDE** – программа, где алгоритм рисуют схемой из состояний и стрелок (язык ПРИМС, глава 6). Где её скачать и как поставить, рассказывают в курсе сферы.
- **Табличный редактор** – любой: LibreOffice Calc, Excel, Google Таблицы. Он тоже в списке программ для финала.

- **Python** – по желанию: любой онлайн-интерпретатор, ничего ставить не нужно. Им удобно проверять расчёты по графикам и спискам чисел.

Tinkercad: вход в класс и первая схема

Tinkercad (tinkercad.com) – бесплатный симулятор электронных схем и Arduino прямо в браузере: ставить ничего не нужно. В нём идёт практика курса сферы. Регистрироваться тоже не надо – курс даёт ссылку на класс и общее имя ученика. Ниже весь путь по шагам, рамка с номером на картинке – куда нажимать.

Шаг 1. Войти в класс. Открой ссылку на класс курса: tinkercad.com/joinclass/UKFECSX7N (класс курса «Медтех»; та же ссылка – в курсе сферы, модуль 5 «Теория и практика по созданию систем мониторинга и биоуправления. Часть 1»). Нажми «Присоединиться, используя имя учащегося» (1 на левой половине рисунка). Впиши имя учащегося `test` (1 на правой половине) и нажми «Перейти в класс» (2).

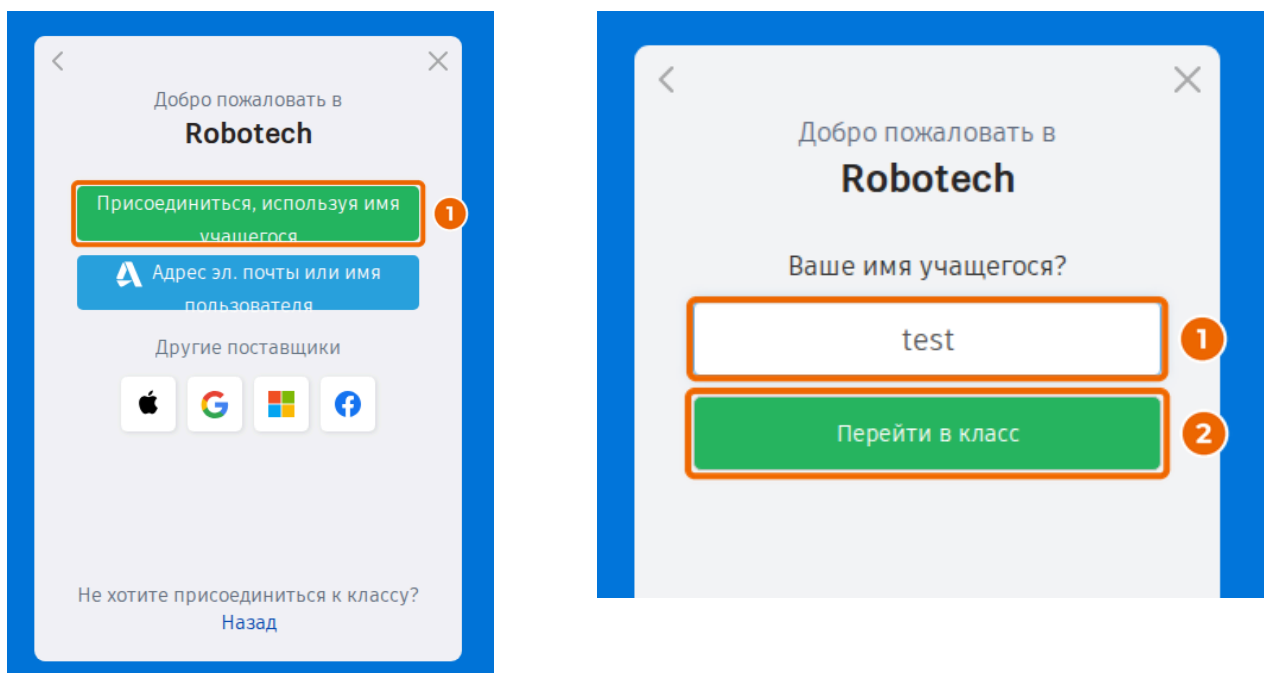


Рисунок В.1 – Вход в класс Tinkercad: слева – выбор способа входа, справа – имя учащегося

Шаг 2. Новая схема. Вверху справа нажми «Создать» (1), в меню – «Цепи» (2). Откроется редактор схем.

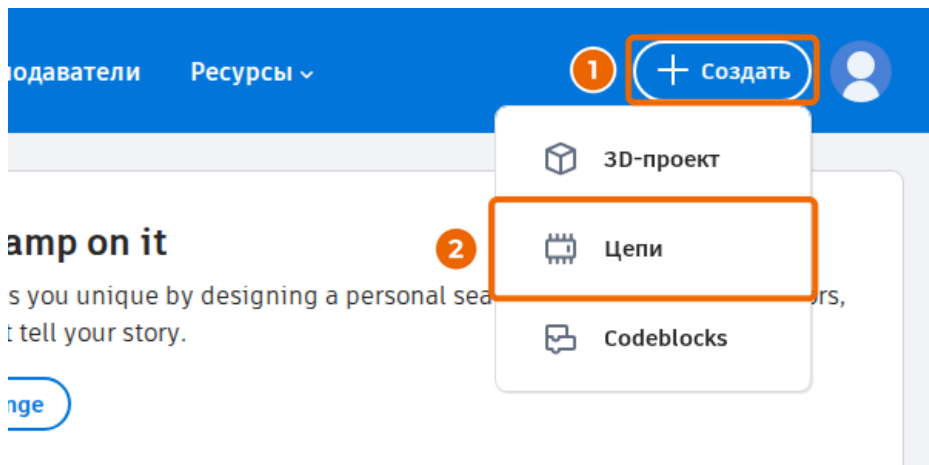


Рисунок В.2 – Новая схема: «Создать» → «Цепи»

Шаг 3. Окно редактора. Вот что в нём где.

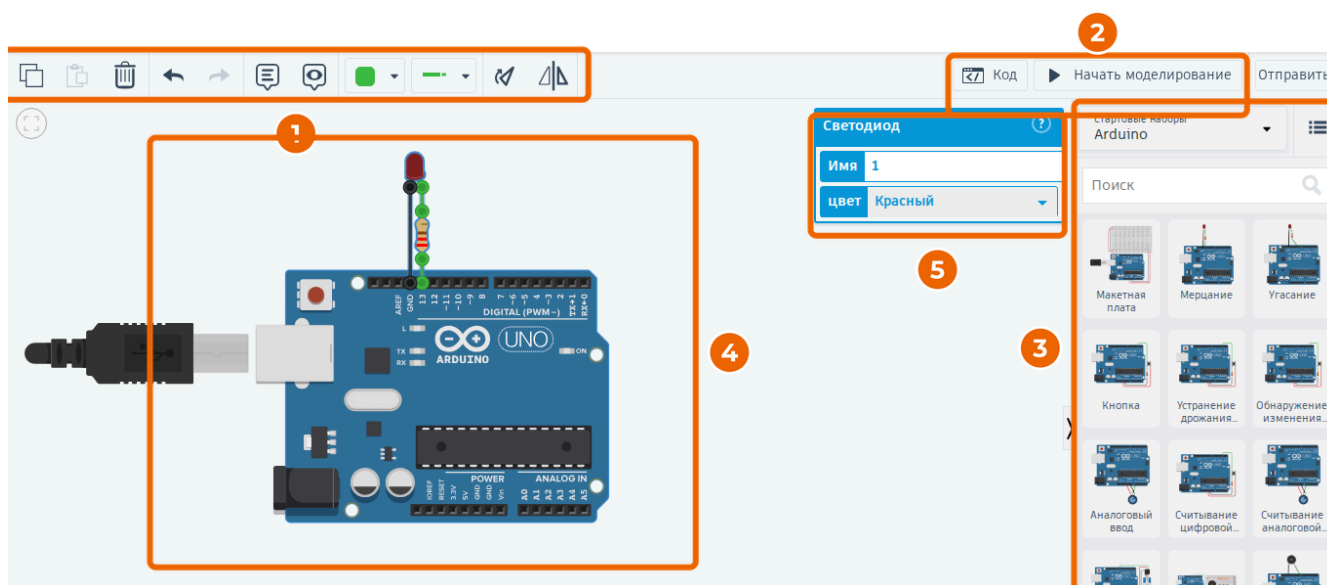


Рисунок В.3 – Редактор схем Tinkercad

1. **Инструменты:** копировать, вставить, удалить, отменить и вернуть действие, повернуть деталь.
2. **«Код»** – программа для Arduino; **«Начать моделирование»** – запуск схемы.
3. **Компоненты:** сверху выбор набора, ниже поиск и сами детали. Деталь перетаскивают мышью на поле.
4. **Рабочее поле** – здесь собирают схему. Провод тянется так: щёлкни по выводу одной детали, потом по выводу другой.
5. **Свойства выбранной детали** – например, цвет светодиода или сопротивление резистора.

Шаг 4. Готовая схема для старта. В списке компонентов выбери «Стартовые наборы» → «Arduino» (1 на левой половине) и перетащи на поле «Мерцание» (1 на правой половине): это Arduino со светодиодом, резистором и уже написанной программой. Рядом лежат и другие готовые схемы – кнопка, сервопривод, ультразвуковой датчик.

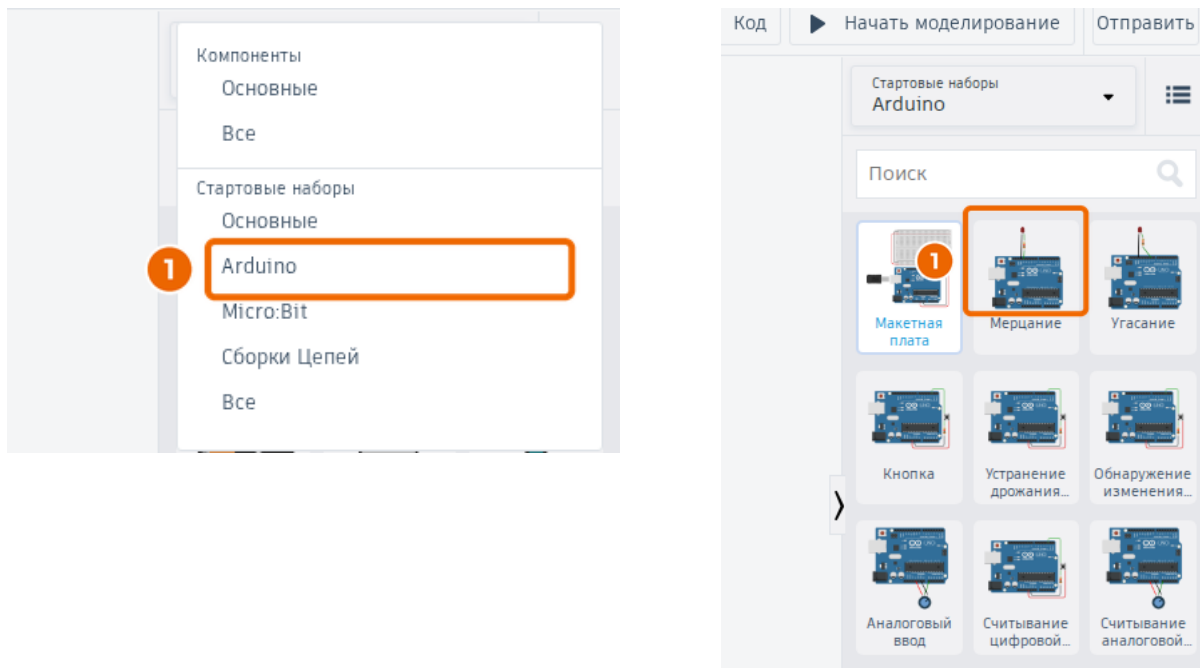


Рисунок В.4 – Стартовые наборы: слева – выбор набора «Arduino», справа – схема «Мерцание»

Шаг 5. Код и запуск. Кнопка «Код» (1) открывает программу. Её можно смотреть блоками или текстом на языке Arduino: переключатель «Блоки» вверху окна кода. Кнопка «Начать моделирование» (2) запускает схему.

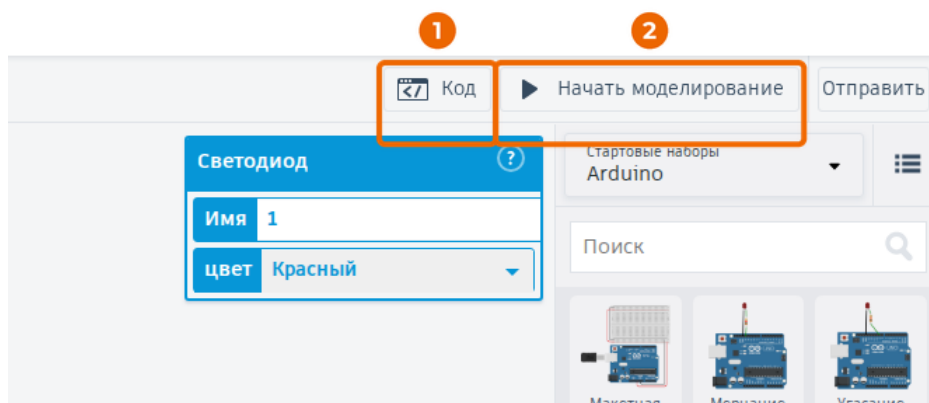


Рисунок В.5 – Кнопки «Код» и «Начать моделирование»

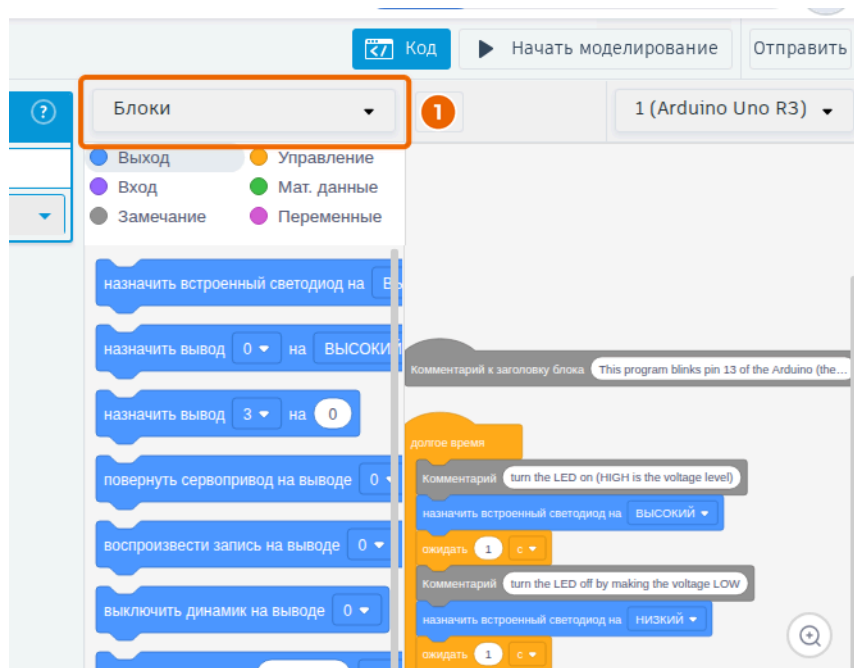


Рисунок В.6 – Программа «Мерцания» блоками

Во время моделирования кнопка называется «Остановить моделирование» (1), а светодиод на плате мигает (2): секунду горит, секунду нет. Остановить – той же кнопкой.

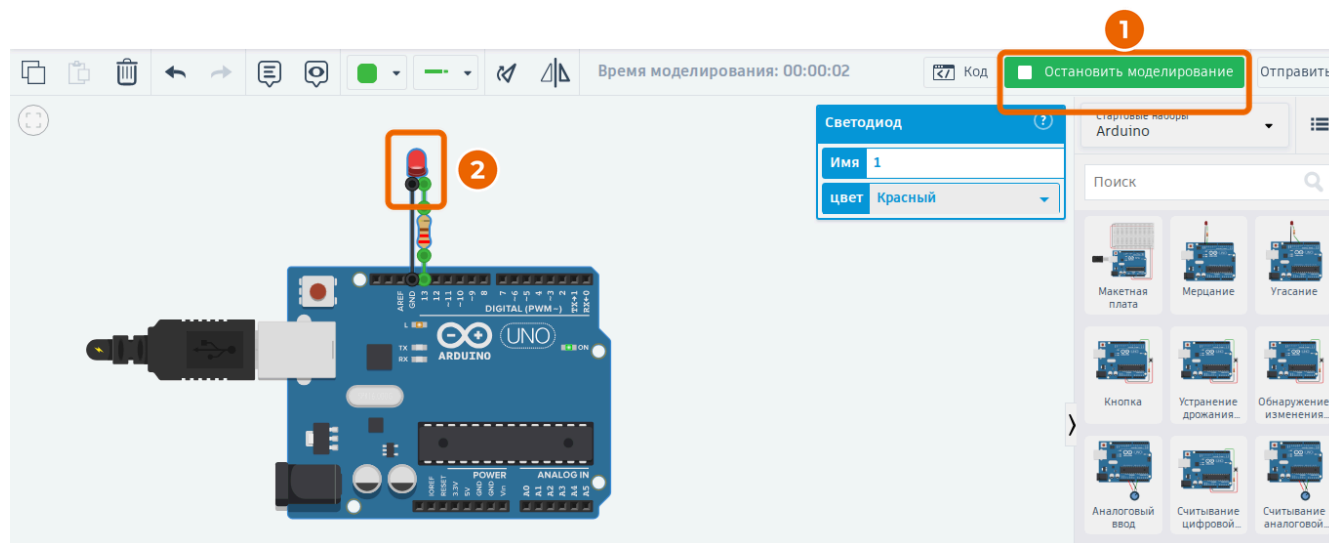


Рисунок В.7 – Схема работает

Важно про имя test . Под ним одновременно сидят все ученики курса: твою схему видят и могут поменять другие, а сохранение не гарантируется. Не пиши туда ничего личного. Если хочешь хранить свои работы, заведите вместе со взрослым свой аккаунт Autodesk – вход «Адрес эл. почты или имя пользователя» на том же экране, где выбирают способ входа.

Кибериада IDE: установка и первая программа

Кибериада IDE – бесплатная отечественная среда, в которой программу не пишут строчками, а рисуют диаграммой на языке ПРИМС: режимы работы – прямоугольники-состояния, смена режима – стрелки-переходы. Ниже весь путь от установки до первой программы «мигалка» – задача из курса сферы. Рамка с номером на картинке – куда нажимать.

Шаг 1. Скачать и поставить. Открой method.insitulab.pro/cyberiada и нажми «Скачать программу». Выбери файл под свою систему: `.exe` – Windows, `.dmg` – macOS, `.deb` или `.AppImage` – Linux. Запусти его. Установщик попросит права администратора – он ставит драйверы для плат, так и должно быть; дома нажимай «Да» вместе со взрослым. После установки программа откроется сама.

Шаг 2. Новый документ. Слева – панель «Документ», в ней «Создать...» (1).



Рисунок В.8 – Стартовый экран Кибериады: «Документ» → «Создать...»

Шаг 3. Платформа. Кибериада умеет работать с разными платами, поэтому сначала выбирают, для какой пишем. Дважды щёлкни «Arduino Uno» в списке платформ (1) – она появится в «Выбрано» (2). Нажми «Создать» (3).

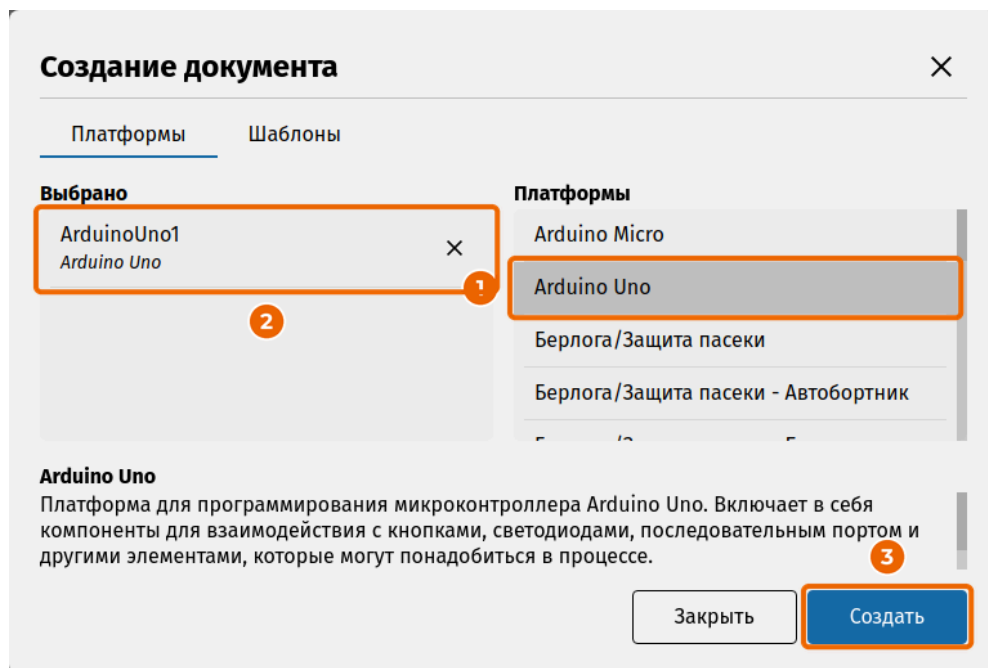


Рисунок В.9 – Выбор платформы для документа

Шаг 4. Компоненты. Компонент – это то, чем программа управляет или от чего ждёт сигнала: светодиод, кнопка, таймер. Нажми «+» у «Компонентов» (1).

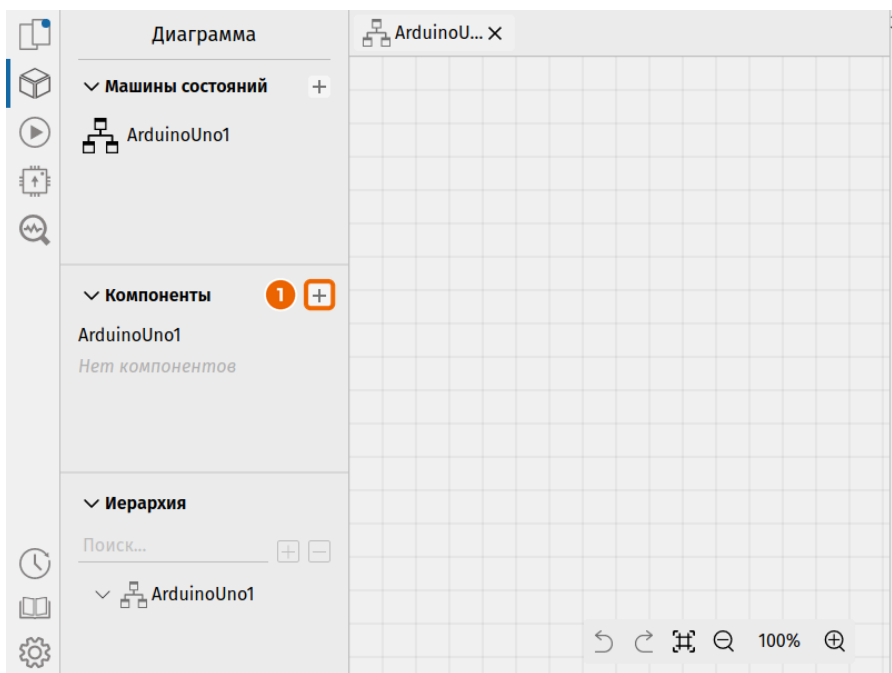


Рисунок В.10 – Окно диаграммы: плюс у «Компонентов»

Выбери «Светодиод» (1 на левой половине) и нажми «Добавить» (2). В форме впиши название «Светодиод» (1 на правой половине) и выбери пин (2) – номер вывода Arduino, к которому подключён светодиод; на занятии курса это 2. Нажми «Применить» (3). Так же добавь «Таймер» – у него пина нет, только название «Таймер».

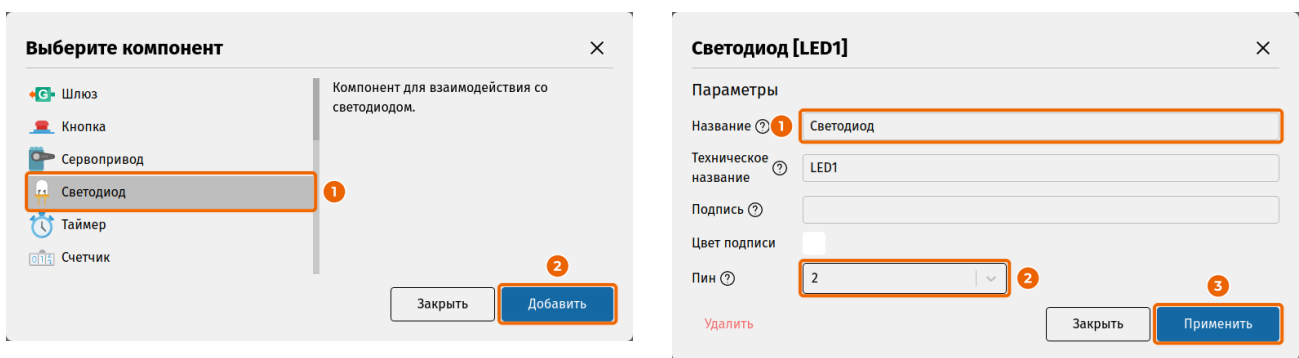


Рисунок В.11 – Новый компонент: слева – выбор «Светодиода», справа – его название и пин

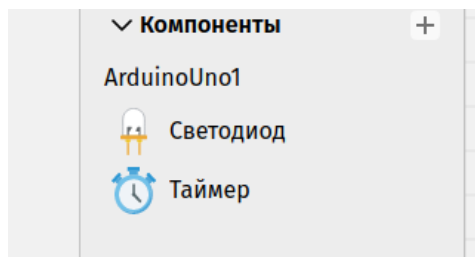


Рисунок В.12 – Оба компонента в списке

Шаг 5. Состояние «Не горит». Дважды щёлкни по пустому месту поля – появится прямоугольник «Состояние». К нему от синего кружка ведёт стрелка: отсюда программа начинает работу. Нажми карандаш (1) и впиши «Не горит», затем Enter.

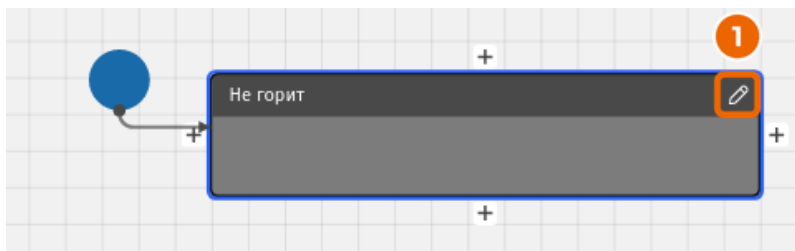


Рисунок В.13 – Новое состояние: карандаш – переименовать

Теперь скажем, что делать в этом состоянии. Дважды щёлкни по нему – откроется «Редактор состояния». Нажми «+» (1).

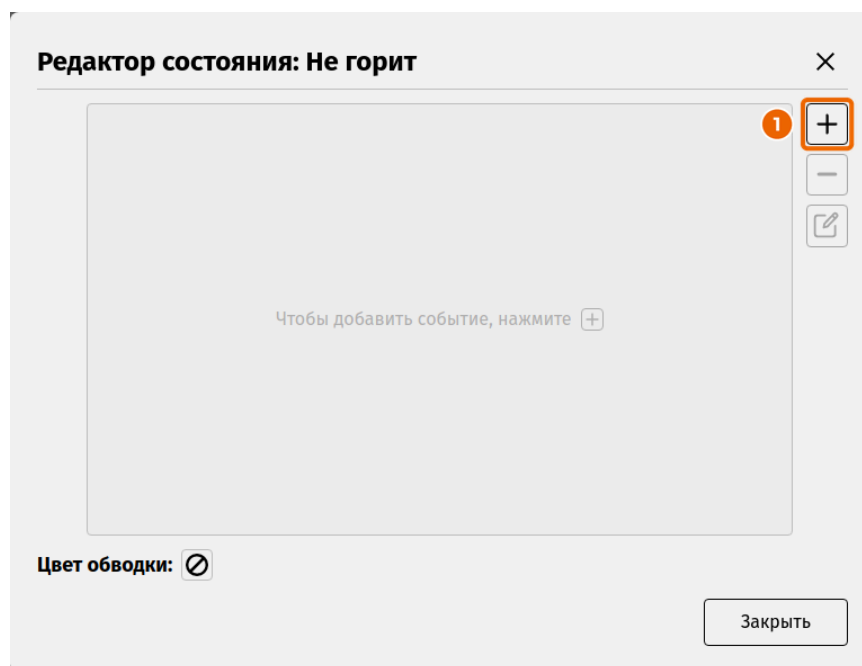


Рисунок В.14 – Редактор состояния

В «Редакторе события» в строке «Когда» уже стоит «Общие → Вход» (1): действия выполняются, как только программа войдёт в это состояние. Так и оставь. Нажми «+» у «Делай» (2).

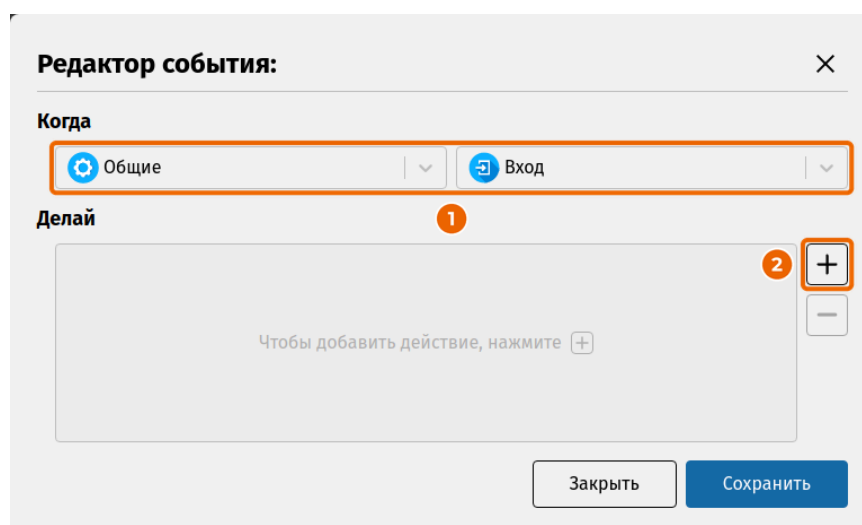


Рисунок В.15 – Редактор события: «Вход» и плюс у «Делай»

Выбери компонент «Светодиод» (1) и действие «Погасить» (2), нажми «Сохранить».

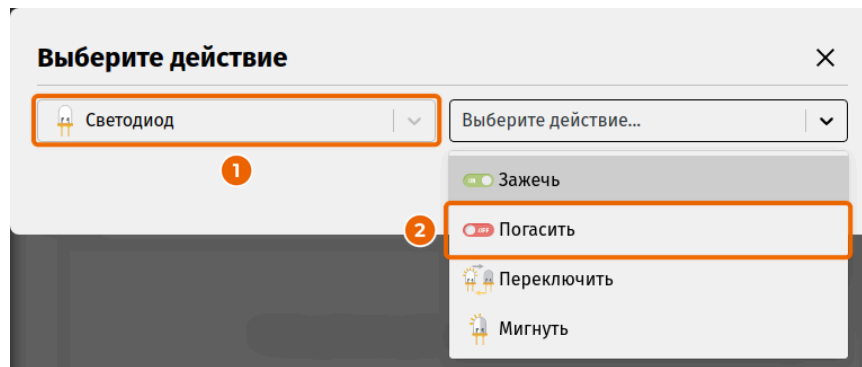


Рисунок В.16 – Действие «Светодиод – Погасить»

Ещё раз «+» у «Делай»: компонент «Таймер» (1), действие «Старт» (2), в поле интервала – 1000 (3), это миллисекунды, то есть одна секунда. Нажми «Сохранить» (4). Переключатель «Интервал» не трогай: он нужен, чтобы брать число из другого компонента, а нам хватит простого числа.



Рисунок В.17 – Действие «Таймер – Старт» на 1000 мс

В «Делай» теперь два действия (1). Нажми «Сохранить» (2), потом «Заккрыть» в редакторе состояния.

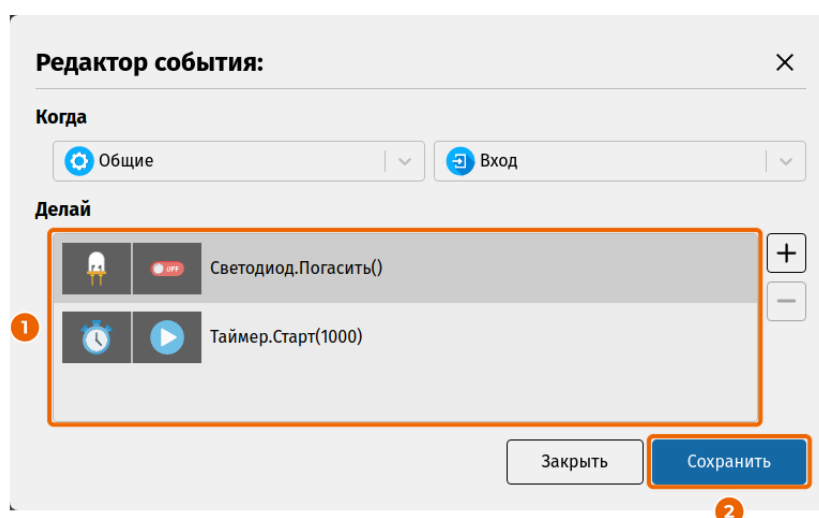


Рисунок В.18 – Событие «Вход» с двумя действиями

Шаг 6. Состояние «Горит». Так же: двойной щелчок по пустому месту, имя «Горит», одно действие – «Светодиод → Зажечь». Таймер второй раз запускать не нужно: на платформе Arduino Uno таймер повторяющийся – запустили один раз, и он срабатывает каждую секунду. На других платформах бывает иначе – смотри описание компонента.

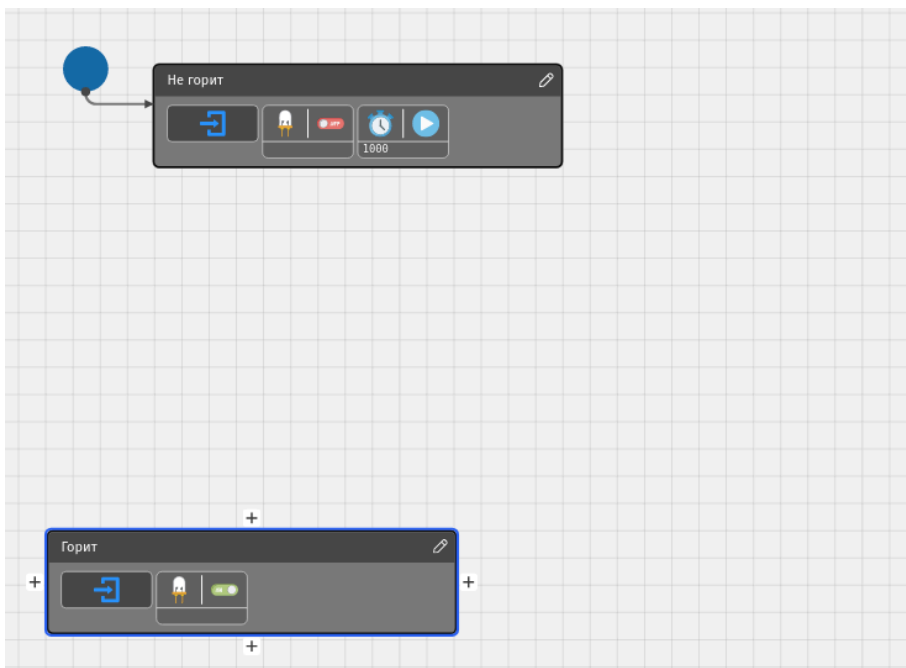


Рисунок В.19 – Два состояния готовы: на каждом видно, что оно делает при входе

Шаг 7. Переходы. Щёлкни по «Не горит» – вокруг появятся плюсики. Потяни мышью нижний плюстик (1) до состояния «Горит» (2) и отпусти.

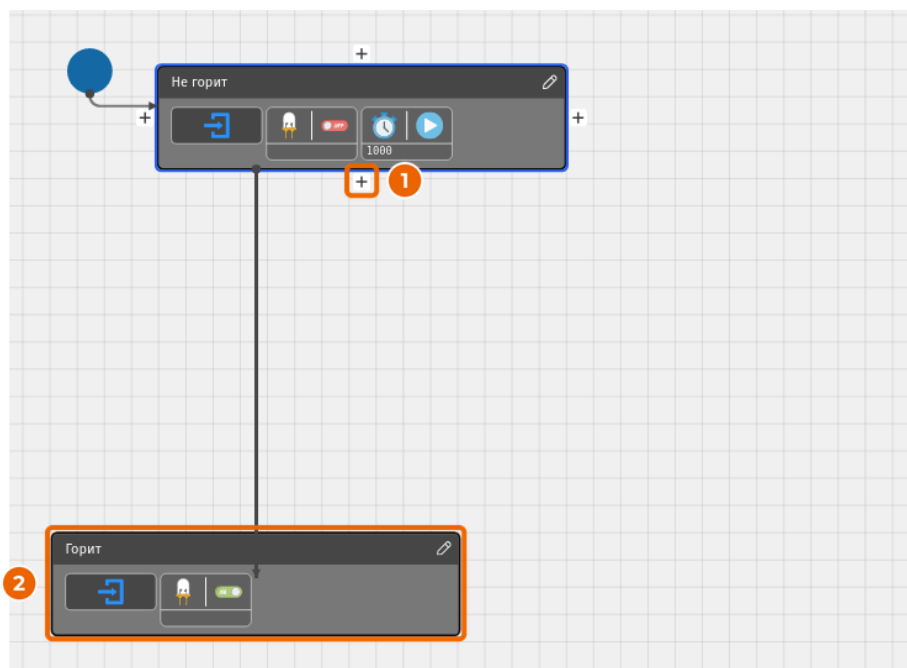


Рисунок В.20 – Тянем стрелку перехода

Откроется «Редактор соединения». В «Когда» выбери «Таймер» (1) и «Тайм-аут» (2) – переход случится, когда таймер отсчитает секунду. Условия и действия не нужны. Нажми «Сохранить» (3).

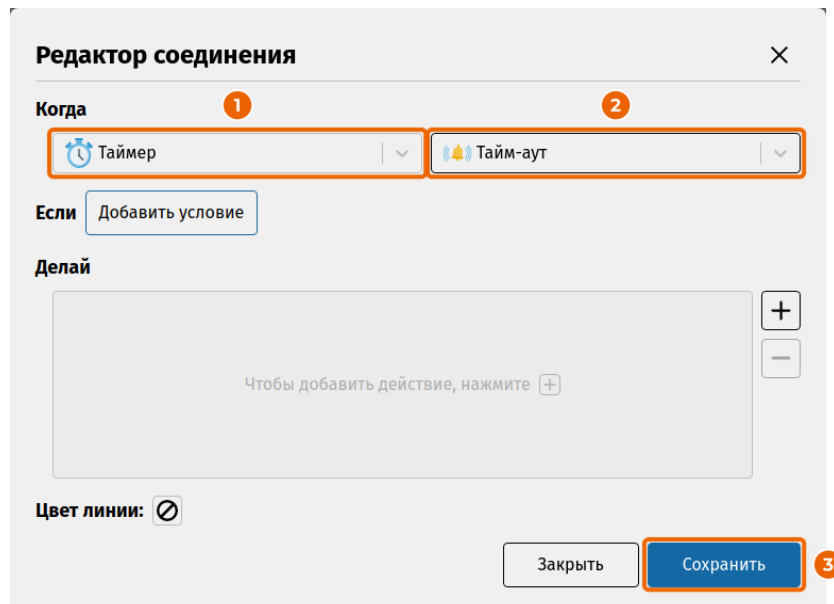


Рисунок В.21 – Переход по тайм-ауту таймера

Так же протяни стрелку обратно – из «Горит» в «Не горит», с тем же событием. Если две стрелки легли одна на другую, перетащи значок перехода мышью в сторону.

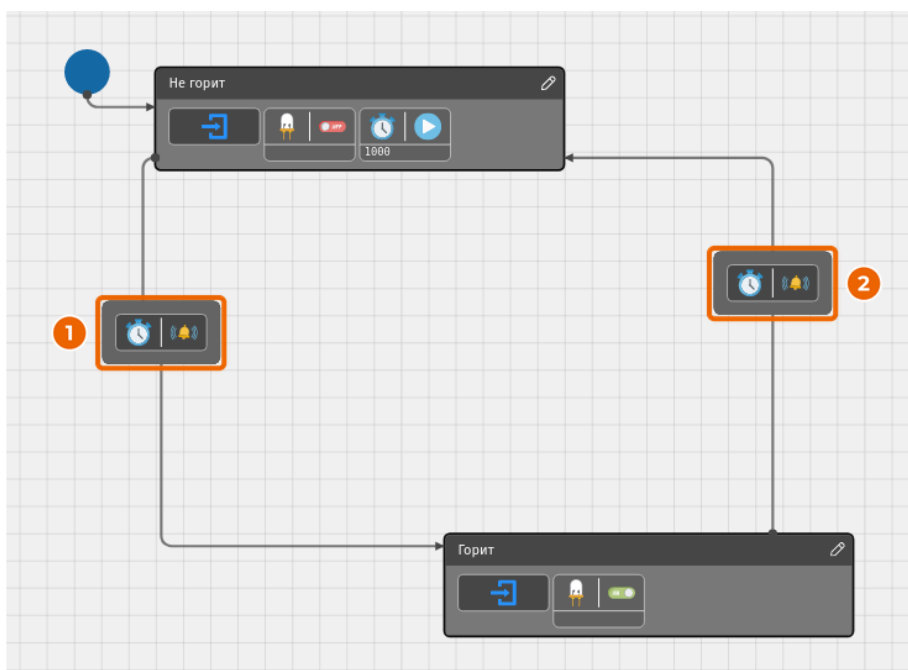


Рисунок В.22 – Готовая «мигалка»: переход «Не горит → Горит» (1) и обратный (2)

Прочитай программу по стрелкам: старт → «Не горит» (погасить, запустить таймер) → через секунду тайм-аут → «Горит» (зажечь) → тайм-аут → «Не горит» – и так по кругу. Светодиод мигает раз в секунду. Сохрани работу: «Документ → Сохранить как...», программа сохранится файлом `.graphml`.

Карта значков слева. По ним переключают панели.

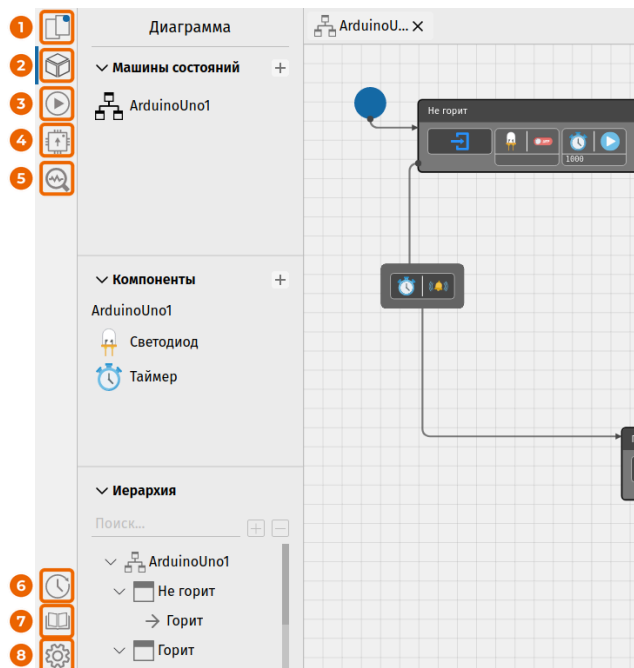


Рисунок В.23 – Значки левой панели

1. **Документ** – создать, открыть, сохранить.
2. **Диаграмма** – машины состояний, компоненты, иерархия состояний.
3. **Компилятор** – превращает диаграмму в прошивку для платы.
4. **Загрузчик** – записывает прошивку в плату через USB.
5. **Монитор порта** – показывает, что плата присылает по USB.
6. **История изменений** – что и когда менялось в документе.
7. **Документация** – справка (её же открывает F1).
8. **Настройки**.

Шаг 8. Компиляция и прошивка – когда есть плата. Открой «Компилятор» (3 на карте) и нажми большую синюю кнопку (1) – «Скомпилировать». Кружок рядом с заголовком (2) показывает связь с компилятором: если он красный, кнопка называется «Переподключиться» – нажми её и дождись, пока кружок станет зелёным.

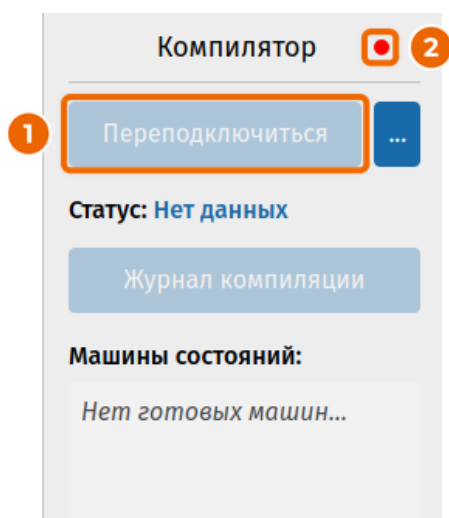


Рисунок В.24 – Панель «Компилятор»

Подключи Arduino к компьютеру кабелем и открой «Загрузчик» (4 на карте). Нажми «Подключить плату» (1), выбери свою плату в списке и нажми синюю кнопку с изображением платы – «Прошить». Прошивка готова, когда в «Журнале действий» появится подтверждение.

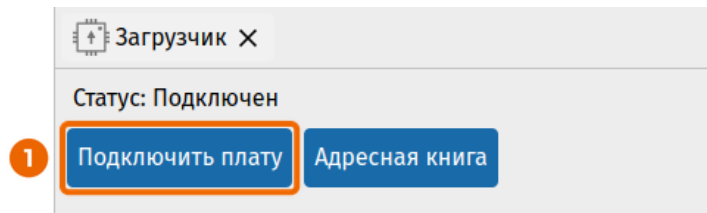


Рисунок В.25 – Панель «Загрузчик»

Платы под рукой нет – диаграмму всё равно можно проверить: пройди пальцем по стрелкам, как в разборах этой книги, и посмотри, в каком состоянии окажется программа после каждого события.

Wokwi: симулятор Arduino в браузере

Wokwi (wokwi.com) – бесплатный симулятор Arduino прямо в браузере. Ставить ничего не нужно, регистрироваться тоже: плату, светодиоды, кнопки и датчики «собирают» на экране проводами, а программу пишут тут же и запускают кнопкой. Ничего не сгорит, даже если ошибёшься. Если на твоём компьютере сайт не открывается, все схемы этой книги собираются и в Tinkercad. Интерфейс английский: названия кнопок ниже даны в кавычках по-английски, с переводом. Рамка с номером на картинке – куда нажимать. Зачем в схеме резистор – в главе об электричестве и электронике, что делают `setup()`, `loop()` и `Serial` – в главе про программирование Arduino. А здесь – как работать в самой программе и три задачи, чтобы руки привыкли.

Шаг 1. Открыть. Самый короткий путь – ссылка wokwi.com/projects/new/arduino-uno: сразу откроется чистый проект с платой Arduino Uno. То же самое кнопками: на главной странице wokwi.com выбери «Arduino (Uno, Mega, Nano)» (1 на левой половине рисунка), а на открывшейся странице в блоке «Start from Scratch» («Начать с нуля») – «Arduino Uno» (1 на правой половине).

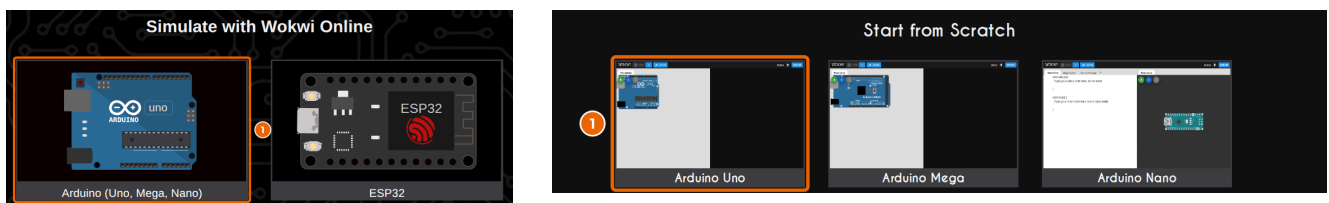


Рисунок В.26 – Как открыть чистый проект: слева – главная страница, справа – выбор платы

Входить в аккаунт не нужно: кнопки «Sign in» и «Sign up» (вход и регистрация) вверху справа не нажимай. Зато у работы без входа есть два неудобства. Первое: проект нигде не хранится. Обновишь страницу или закроешь вкладку – всё пропадёт, так что перед закрытием скачай проект (шаг 7). Второе: перед запуском Wokwi собирает программу на своём сервере. Обычно это доли секунды, иногда до минуты. Подожди, это нормально.

Шаг 2. Окно Wokwi. Слева – программа, справа – плата и схема.

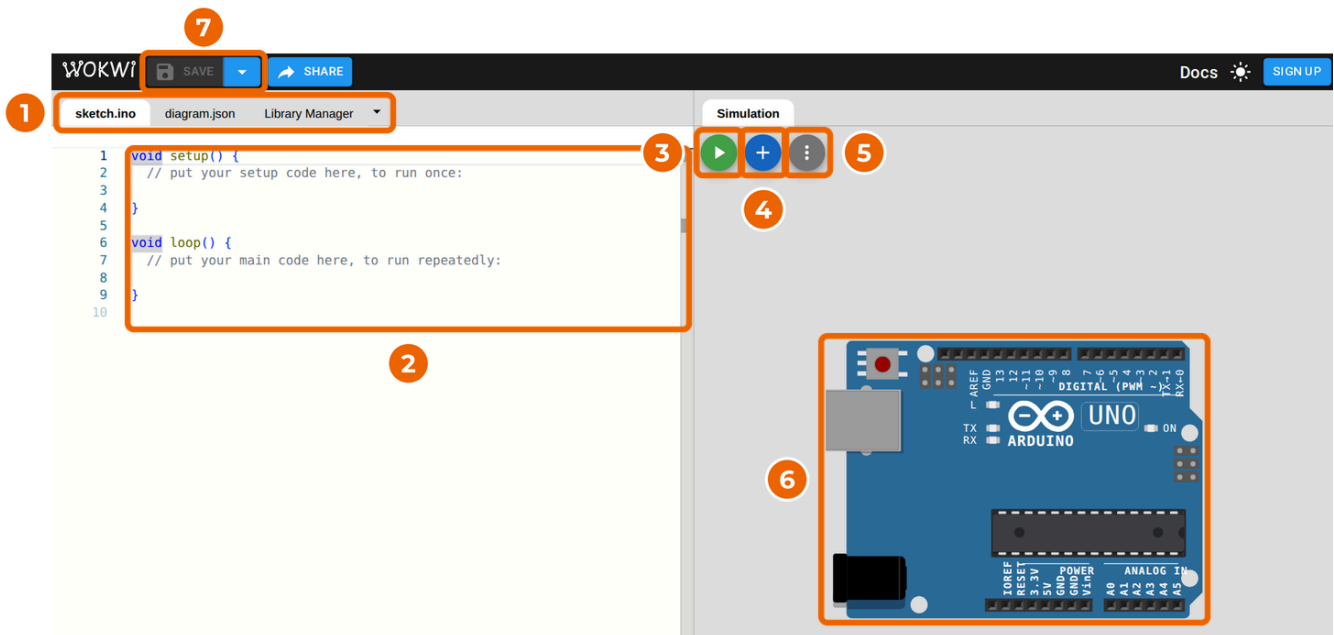


Рисунок В.27 – Окно Wokwi

1. **Вкладки.** «sketch.ino» – твоя программа. «diagram.json» – та же схема, записанная текстом: Wokwi пишет её сам, и в эту вкладку можно вставить готовую схему. «Library Manager» – подключаемые библиотеки, нам не понадобится.
2. **Окно программы.** Сразу лежат две обязательные функции, `setup()` и `loop()`.
3. **«Start the simulation»** («запустить симуляцию») – зелёная кнопка.
4. **«Add a new part»** («добавить деталь») – синяя кнопка «+».
5. **Меню «Zoom, grid, and more»** (три точки). «Undo» – отменить (Ctrl + Z), «Zoom in» и «Zoom out» – приблизить и отдалить, «Fit» – вернуть схеме размер по окну, «Toggle Grid» – показать сетку. Меню само не закрывается: закрой его клавишей Esc.
6. **Плата Arduino Uno.** Ножки подписаны: цифровые 0–13 – сверху, а питание (5V, GND – «земля») и аналоговые A0–A5 – снизу.
7. **«Save»** («сохранить») работает только со входом, поэтому нам нужна стрелка рядом с ним: в её меню лежит «Download project ZIP» (шаг 7).

Шаг 3. Добавить деталь. Нажми «+» (4 на карте окна). Откроется список деталей. В разделе «Basic» («основные») лежат LED – светодиод, Pushbutton и Pushbutton 6mm – кнопки (по-больше и поменьше), Resistor – резистор (2). Нужной детали на виду нет? Впиши её английское название в строку поиска (1), например `potentiometer`. Щёлкни по детали – она появится в левом верхнем углу поля. Нажми на неё и перетащи мышью на свободное место рядом с платой.

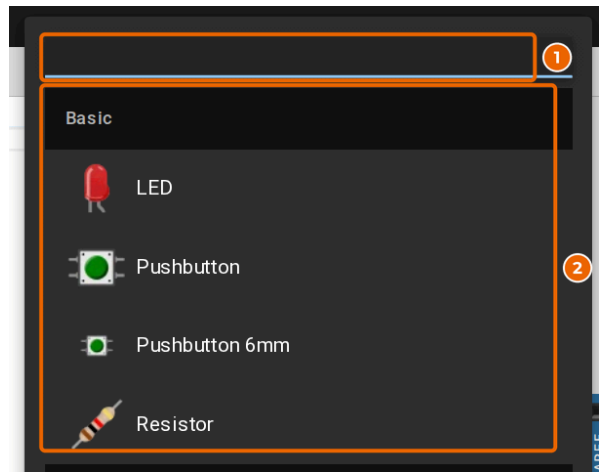


Рисунок В.28 – Список деталей: строка поиска (1) и раздел «Basic» (2)

Шаг 4. Настроить и повернуть. Щёлкни по детали – над полем появится её панель. У резистора в ней поле «Resistance» («сопротивление», 1), кнопка «Rotate» («повернуть», 2) и корзина «Delete» («удалить», 3). Впиши в поле 220 и нажми Enter: полоски на резисторе перецветятся. В поле число – это омы, а буква к – «кило»: 1k – это 1000 Ом.



Рисунок В.29 – Панель резистора: «Resistance» (1), «Rotate» (2), «Delete» (3)

Деталь поворачивают кнопкой «Rotate» или клавишей R: одно нажатие – четверть оборота. Удалить деталь можно корзиной или клавишей Delete.

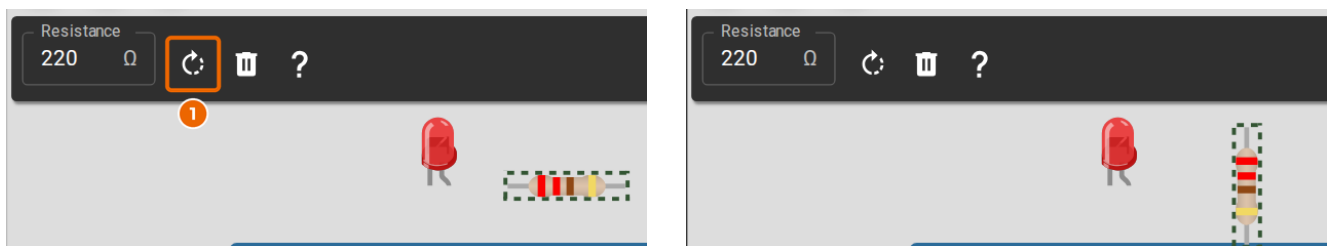


Рисунок В.30 – Поворот: слева резистор лежит, справа – после нажатия «Rotate» (1) он встал вертикально

Шаг 5. Провода. Щёлкни по ножке одной детали – от неё потянется провод. Щёлкни по ножке другой детали – провод закрепится. Передумал, пока тянешь, – нажми Esc, и провода не будет. Наведи мышь на ножку, и Wokwi её подпишет: led1:C – это деталь led1 и её ножка C, катод (у светодиода есть ещё led1:A – анод). Пока тянешь провод, цвет можно сменить цифрой: 2 – красный, 0 – чёрный, 5 – зелёный (как цвета полосок на резисторах). Лишний провод убирают так: щёлкни по нему и нажми Delete.

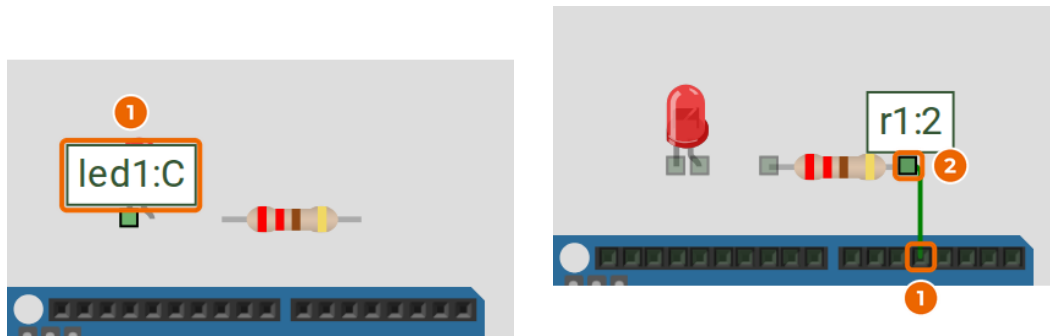


Рисунок В.31 – Слева – подпись ножки при наведении (1), справа – провод тянется от ножки 4 (1) к ножке r1:2 резистора (2)

Шаг 6. Запуск и монитор порта. Нажми «Start the simulation». Пока Wokwi собирает программу, подожди, потом схема оживёт: светодиоды горят, кнопки нажимаются мышью. На месте зелёной кнопки появятся три: «Restart the simulation» (начать заново), «Stop the simulation» (остановить, 1) и «Pause» (пауза). Кнопки «+» и меню с тремя точками при этом спрятаны: чтобы поправить схему, сначала нажми «Stop». Вверху справа бежит время симуляции (2). Если в программе есть `Serial.println(...)`, внизу откроется **монитор порта** (3). Это окно, куда плата «печатает» числа и слова. В нижнем ряду у него кнопка графика («Serial plotter»), корзина (очистить окно) и стрелка (свернуть монитор).

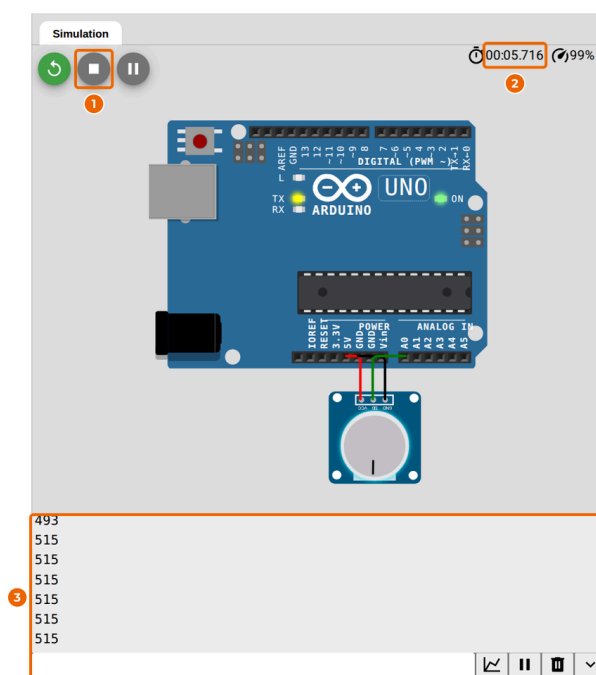


Рисунок В.32 – Идёт симуляция: «Stop the simulation» (1), время (2), монитор порта (3)

Шаг 7. Сохранить. Без входа работу сохраняют архивом: нажми стрелку рядом с «Save» (1) и выбери «Download project ZIP» (2). Скачается `project.zip`: в нём `sketch.ino` – программа, `diagram.json` – схема и ещё `wokwi-project.txt` – ссылка на сайт. Чтобы вернуться к работе, открой новый проект, во вкладку `sketch.ino` вставь текст из `sketch.ino`, а во вкладку `diagram.json` – текст из `diagram.json`.

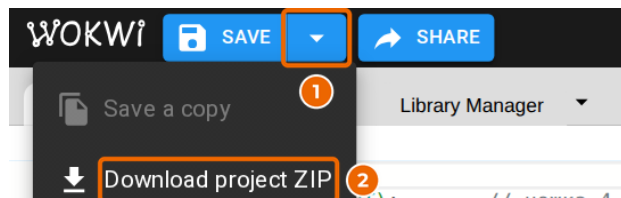


Рисунок В.33 – Меню рядом с «Save»

Задача П.1. Мигалка. Собери схему: ножка 4 → резистор 220 Ом → анод светодиода, катод светодиода → GND. На рисунке провод от ножки 4 (1) идёт к одному концу резистора (2), от другого его конца – к аноду светодиода (3), а от катода (левая ножка) – на GND (4) рядом с ножкой 13. Резистор ограничивает ток: в настоящей схеме без него светодиод бы сгорел.

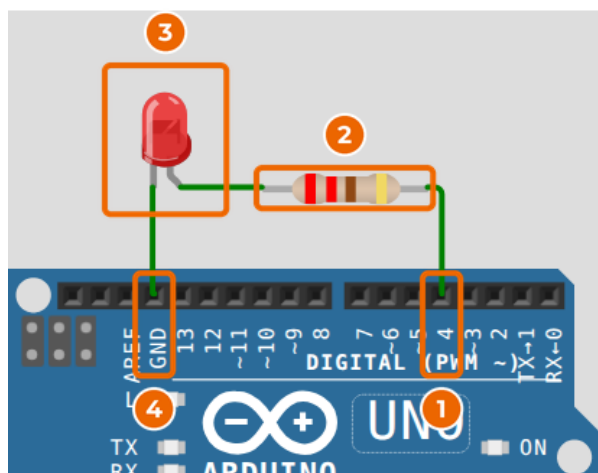


Рисунок В.34 – Схема мигалки

Вставь в окно программы текст и нажми «Start the simulation».

```
void setup() {
  pinMode(4, OUTPUT);      // ножка 4 - выход
}

void loop() {
  digitalWrite(4, HIGH);   // светодиод включить
  delay(1000);             // ждать 1000 мс = 1 с
  digitalWrite(4, LOW);    // выключить
  delay(1000);             // ждать ещё 1 с
}
```

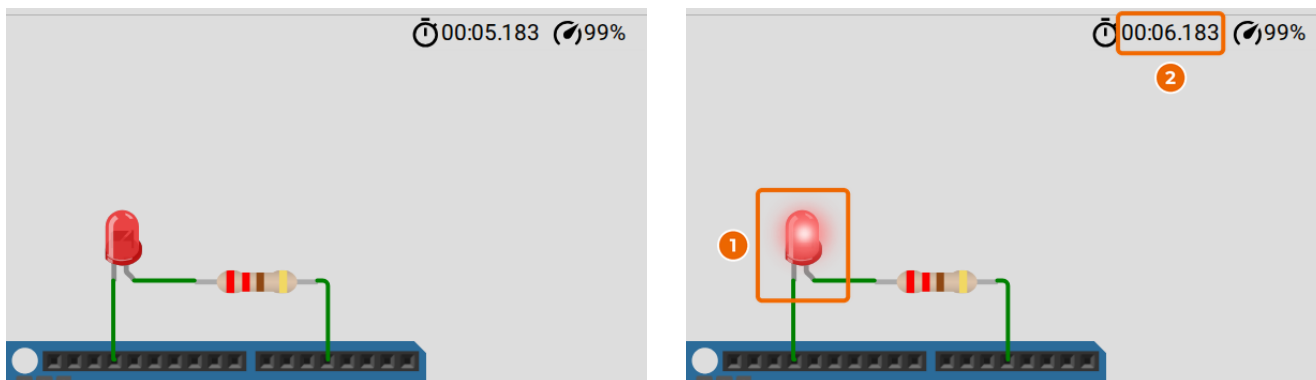


Рисунок В.35 – Слева светодиод не горит, справа горит (1); время симуляции – (2)

Что должно получиться: секунду светодиод горит, секунду нет. Теперь нажми «Stop», поменяй оба `delay(1000)` на `delay(250)` и запусти снова. Сколько раз вспыхнет светодиод за 10 секунд по времени симуляции? Ответ: 20. Одна вспышка – это 250 мс горит и 250 мс не горит, то есть 0,5 с, а $10 : 0,5 = 20$. Мы прогнали это в Wokwi: за 10 секунд ровно 20 вспышек. Светодиод не горит совсем? Проверь полярность: анод (правая ножка) должен смотреть в сторону резистора, а катод – на GND. Включённый наоборот светодиод не загорится, но и не сгорит.

Задача П.2. Кнопка. Открой новый проект (шаг 1): схема из П.1 больше не нужна. Лампочку возьмём ту, что уже стоит на плате: это светодиод L, он подключён к ножке 13. Добавь Pushbutton. У кнопки четыре вывода – два сверху и два снизу. Внутри кнопки два верхних вывода соединены всегда, два нижних тоже, а нажатие соединяет верхнюю пару с нижней. Поэтому провода берут так: один вывод верхней пары – к ножке 2, один вывод нижней пары – к GND. На рисунке это верхний правый вывод (1) и ножка 2 (3), нижний левый вывод (2) и GND (4).

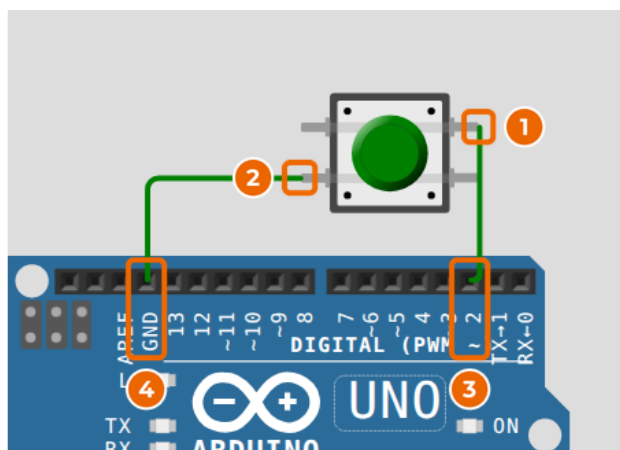


Рисунок В.36 – Схема с кнопкой

Программа. Здесь кнопка – вход с подтяжкой (`INPUT_PULLUP`): пока кнопка отпущена, на ножке 1.

```

void setup() {
  pinMode(2, INPUT_PULLUP); // кнопка: вход, подтянутый к 5 В
  pinMode(13, OUTPUT);      // светодиод L на плате
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int knopka = digitalRead(2);
  Serial.println(knopka);
  if (knopka == LOW) {      // нажата = LOW
    digitalWrite(13, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(200);
}

```

Запусти, потом нажми на кнопку мышью и подержи, а затем отпусти.

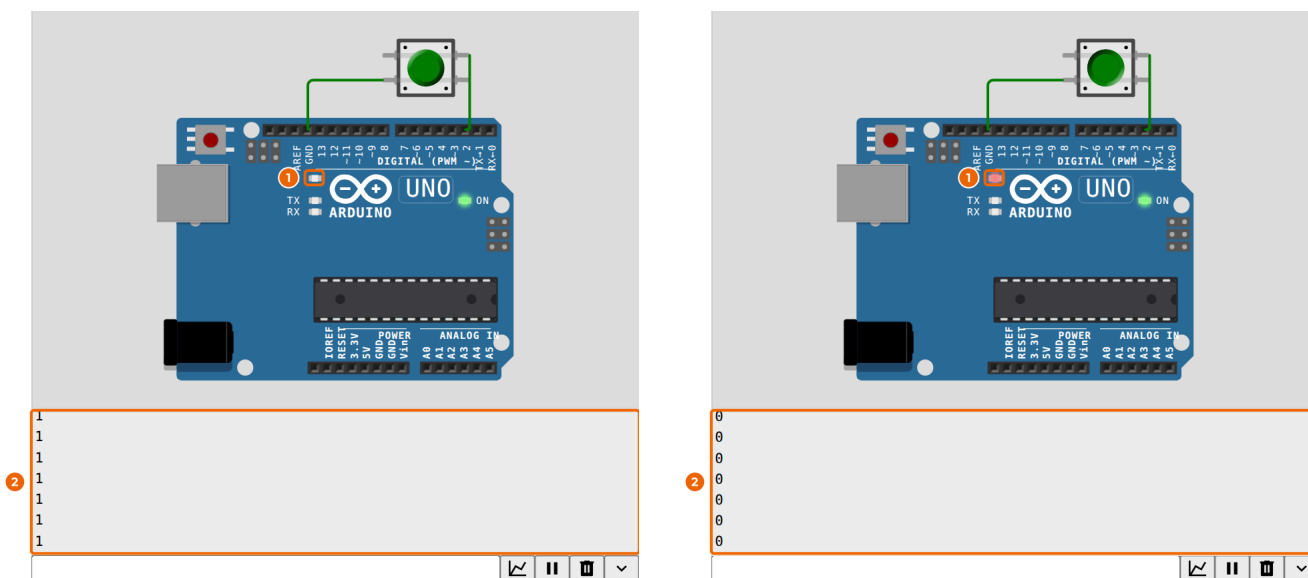


Рисунок В.37 – Слева кнопка отпущена, справа нажата: лампочка L (1) и монитор порта (2)

Что должно получиться: пока кнопка отпущена, в мониторе порта единицы, а L не горит. Нажал и держишь – пошли нули, и L загорается. Отпустил – снова единицы. Ответ: нажатой кнопке соответствует 0 (LOW), отпущенной – 1. Сплошные нули без нажатия? Значит, оба провода сели на выводы одной пары, например на два верхних: такая кнопка «нажата» всегда. Перенеси один провод на вывод другой пары.

Задача П.3. Потенциометр. Открой новый проект. Перетащи плату повыше: под ней нужно место. Добавь «Potentiometer» (строка поиска, potentiometer), поставь его под платой, щёлкни по нему и дважды нажми R: выводы окажутся сверху, ближе к плате. Они подписаны мелко: VCC, SIG, GND. Провода: красный – от VCC на 5V, чёрный – от GND на GND рядом с 5V, зелёный – от SIG на A0. На рисунке это выводы потенциометра (1), питание платы (2) и аналоговая ножка A0 (3).

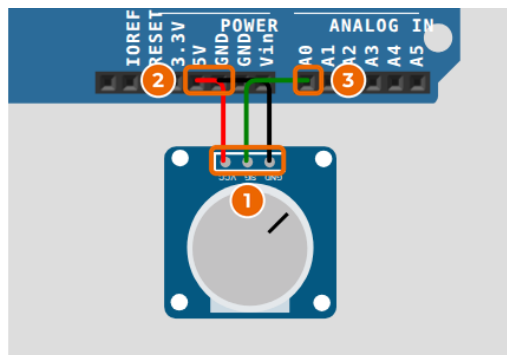


Рисунок В.38 – Схема с потенциометром

Программа печатает в монитор порта число с ножки A0.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int n = analogRead(A0);    // число от 0 до 1023
  Serial.println(n);
  delay(300);
}
```

Запусти, нажми мышью на круглую ручку и води по кругу: ручка идёт за курсором, а числа в мониторе меняются сразу. Между двумя упорами у ручки есть пустой промежуток. Если провести через него, число перескочит с 1023 на 0 или обратно.

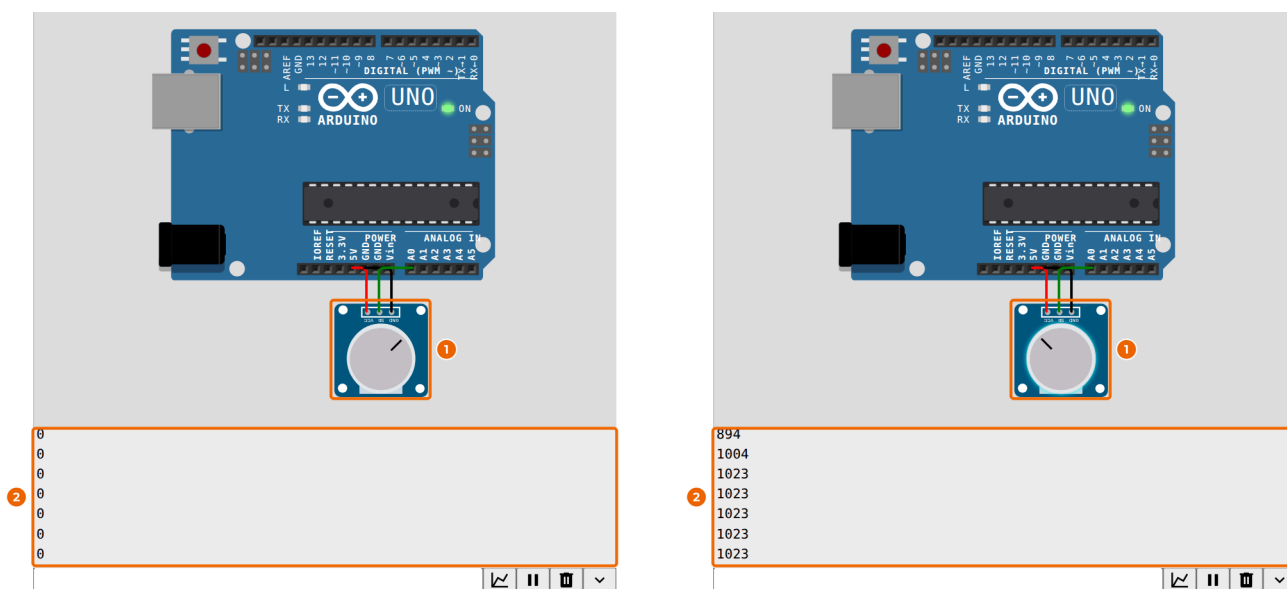


Рисунок В.39 – Слева ручка в одном крайнем положении, справа – в другом: ручка (1) и монитор порта (2)

Что должно получиться: в одном крайнем положении ручки в мониторе 0, в другом – 1023, а посередине – около 500. Сразу после добавления ручка стоит на нуле, поэтому первые числа в мониторе – нули. Ответ: 0 и 1023. Это границы `analogRead`: 0 соответствует 0 В, а 1023 – 5 В. Вопрос на подумать: какое напряжение на A0, когда в мониторе 512? Ответ: около 2,5 В, потому что $512 \cdot 5 / 1023 \approx 2,5$.

План на месяц до отбора

Если начинаешь в конце сентября, вот спокойный план: примерно по часу в день.

Таблица В.3

Неделя	Что читаем	Что делаем
1	главы 1–2	записаться на курс сферы, зайти в Tinkercad по ссылке из курса, посмотреть пробные задания
2	главы 3–4	каждый день 3–4 разбора с задачами «Реши сам»
3	главы 5–6	собрать схемы и программы из разборов в симуляторе
4	главы 7–8 и шпаргалка	заново решить задачи, где были ошибки; пройти тест курса сферы (+5 баллов)

Отбор длится до 10 ноября, и попыток две. Если первая попытка прошла неудачно, вернись к главам, где потерял баллы, и иди на вторую.

Родителям и наставникам

- **Помогайте разбираться, но не решайте за ребёнка.** На командном финале сразу видно, кто разобрался сам, а за кого решили. Лучше пусть ребёнок ошибётся на отборе и научится, чем попадёт в финал и растеряется там.
- **Садитесь рядом на первых задачах в симуляторе.** Детей чаще всего останавливает не сложность, а «ссылка не открывается», «схема пропала» или «непонятно, куда нажать».
- **Эта книга не про здоровье.** Нормы пульса и дыхания в ней примерные и нужны только для задач. Ни одна задача не ставит диагнозов, и по графикам из книги нельзя судить о здоровье ребёнка – с такими вопросами к врачу.
- **Самодельные датчики – только со взрослым.** Если дома есть Arduino и хочется снять сигнал с собственной руки, проверьте, что плата питается от батареек или от ноутбука, отключённого от розетки. Ничто, что соединено с розеткой, не должно касаться тела через провода.
- **Всё про регистрацию, бонусы и финал** для Новосибирской области – на nto.kvantorium54.ru (вкладки «Я наставник» и «Я участник или родитель»).
- **Региональный координатор НТО Юниоры в Новосибирской области** – детский технопарк «Кванториум», info@kvantorium54.ru.

Честно об этой книге

Главное, что нужно знать про эту книгу: заданий отбора 2026/27 мы не видели – организаторы их заранее не показывают. Угадывать их бесполезно: наставники, которые следят за олимпиадой не первый год, говорят, что задания из года в год не повторяются. Поэтому книга учит темам из программы сферы и приёмам решения, а не готовит к конкретным зада-

чам. Когда организаторы выложат пробные задания, мы сверим с ними книгу и выпустим новую версию.

Это не официальное издание НТО. Книгу составил методист «Кванториума» по открытым материалам олимпиады: программе сферы «Медтех. Основы мониторинга и биоуправления» 2026/27, записям вебинаров сферы и сборнику задач старшей НТО по профилю «Нейротехнологии и когнитивные науки» 2025/26. Архива отборочных задач «Медтеха» нет – сфера появилась в этом сезоне, поэтому почти все задачи в книге наши, а задачи старшей олимпиады дали только идеи.

Книга написана до того, как открылся демо-этап с пробными заданиями. Когда пробные задания станут доступны, мы сверим с ними формат и темы и выпустим обновлённую версию. Если на пробном этапе тебе попало что-то, чего в книге нет, смело пиши – это поможет следующей версии.

Каждое число в ответах мы пересчитали на компьютере, а каждую программу запустили. Если ты всё-таки нашёл ошибку или что-то осталось непонятным, напиши автору: osinovsky.aa@kvantorium54.ru. Следующие версии книги станут лучше благодаря тебе.

Тело человека как система сигналов



Датчики пульса, ЭМГ и ЭЭГ меряют не «здоровье вообще», а сигнал конкретного органа. Не зная, откуда сигнал взялся, график не прочитаешь. Поэтому начнём с тела и посмотрим на него глазами инженера, который разбирает схему робота: где тут насос, где провода, где моторы. Задачи к главе – сопоставить орган и его работу, выбрать верные утверждения, посчитать по паре чисел. Диагнозов и советов по здоровью здесь нет: мы не врачи, нас интересует устройство.

НА ПАЛЬЦАХ

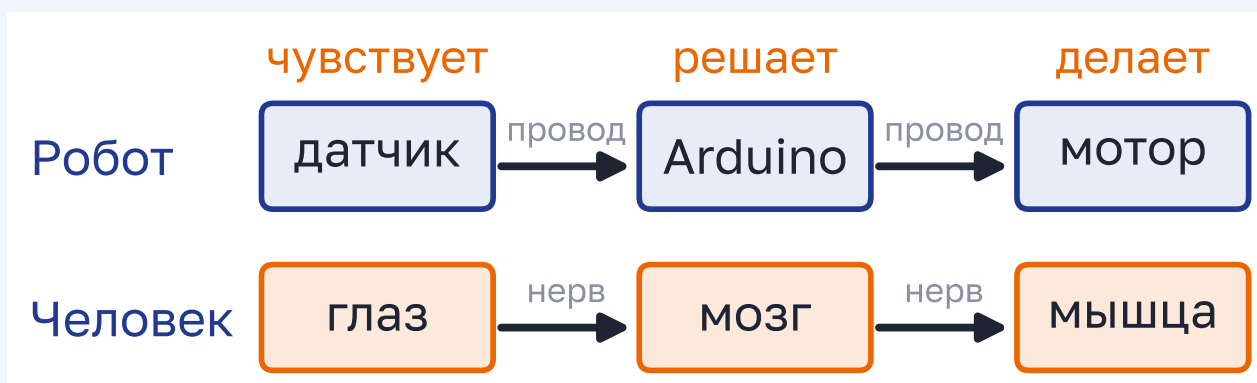


Рисунок 1.1 – Робот и человек устроены по одной схеме

Датчик заметил, контроллер решил, мотор сделал. У человека так же: датчик – глаз или кожа, провода – нервы, контроллер – мозг, мотор – мышца.

Запомни. Орган делает свою работу, система органов – общее дело. Инженерная «карта» тела: органы чувств – датчики, нервы – провода, мозг – контроллер, мышцы – моторы, сердце с сосудами – насос с трубами, лёгкие – вентиляция.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 1.2 – Сердце – два насоса в одном

Насос 1 гонит кровь в лёгкие за кислородом, насос 2 – по всему телу. Кругов два, и кровь проходит их по очереди: тело, сердце, лёгкие, сердце, снова тело.

Запомни. Артерия – от сердца, вена – к сердцу, и сколько в крови кислорода, здесь неважно. Правая половина сердца – кровь бедная кислородом, левая – богатая. Объём за минуту = ударный объём · ЧСС.

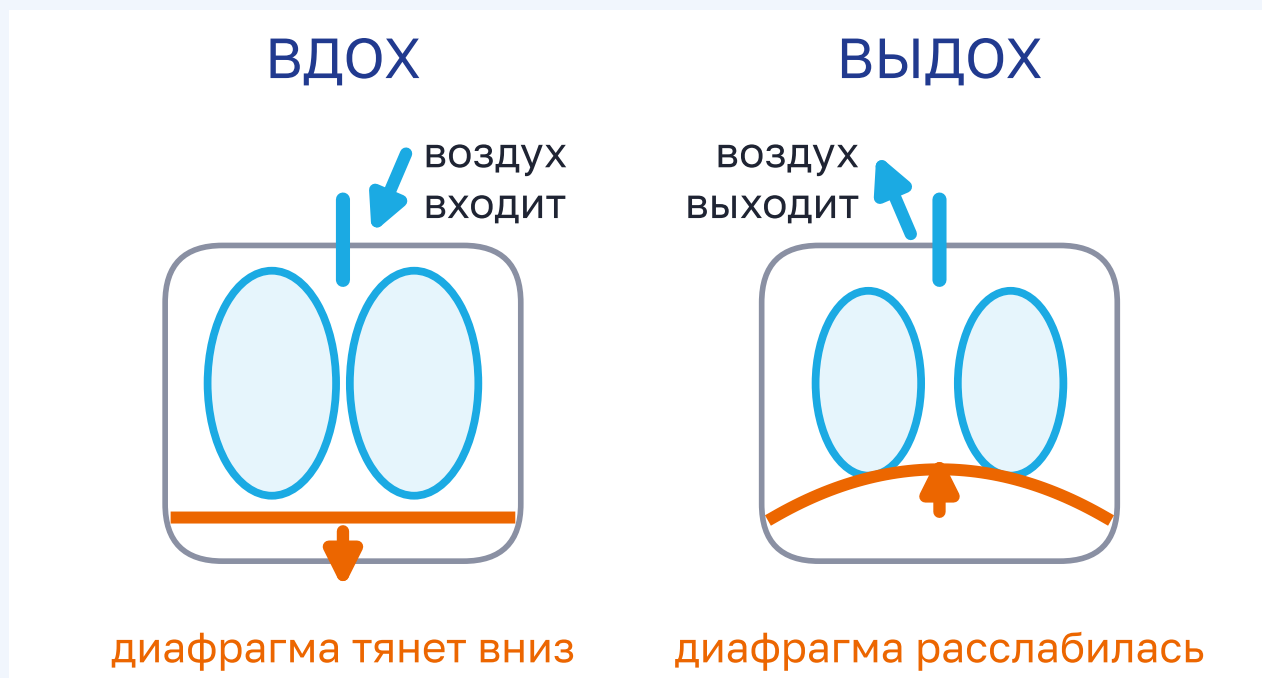


Рисунок 1.3 – Вдох и выдох

Лёгкие сами не раздуваются. Их растягивает диафрагма – мышца под лёгкими. Потянула вниз – воздух вошёл, расслабилась – вышел.

Запомни. Вдох делают мышцы, главная из них – диафрагма, спокойный выдох идёт сам. В альвеолах кислород уходит в кровь, углекислый газ – в воздух. Углекислого газа в выдохе примерно в 100 раз больше, чем во вдохе.

Запомни. Дендриты принимают, аксон передаёт, по нейрону сигнал идёт в одну сторону. Нерв – пучок аксонов. Безусловный рефлекс есть с рождения, условный вырабатывается. Миелин ускоряет сигнал.

Запомни. Мышца только тянет, поэтому мышцы работают парами. Бицепс сгибает руку в локте, трицепс разгибает. Сильнее напряжение – больше амплитуда ЭМГ, расслабленная мышца – почти ровная линия.

Запомни. Рецептор превращает свет, звук, запах или касание в нервные импульсы, а ощущение складывается в мозге. Колбочки – цвет, палочки – сумерки. В ухе два датчика: улитка – звук, вестибулярный аппарат – равновесие.

Запомни. Внутри клетки в покое около -70 мВ; нервный импульс – всплеск примерно до $+30$ мВ длиной около 1 мс. На коже: ЭКГ – около 1 мВ, ЭМГ – от десятков микровольт до нескольких милливольт, ЭЭГ – десятки микровольт. $1 \text{ мВ} = 1000 \text{ мкВ}$.

Запомни. ЭКГ – сердце, ЭМГ – мышцы, ЭЭГ – мозг: это электричество самого тела, его ловят электроды. Пульс на пальце – свет, дыхание – растяжение груди или CO_2 у носа: здесь датчик сам делает электрический сигнал из неэлектрического.

Разбор для старта

Задача 1.1 Кто за что отвечает

разминка · органы и их работа, сопоставление

Сопоставь органы и их работу. Одна работа лишняя.

Органы: **1** – сердце, **2** – альвеолы лёгких, **3** – спинной мозг, **4** – трицепс, **5** – сетчатка глаза, **6** – вестибулярный аппарат.

Работа:

- **А** – разгибает руку в локте;
- **Б** – качает кровь по сосудам;
- **В** – ловит свет и превращает его в нервные импульсы;
- **Г** – проводит сигналы между головным мозгом и телом, через него идут простые рефлексы;
- **Д** – сгибает руку в локте;
- **Е** – здесь кислород переходит из воздуха в кровь;
- **Ж** – чувствует наклон головы и равновесие.

Дано: 6 органов, 7 описаний работы (одно лишнее).

Найти: пары «орган – работа».

Решение

Шаг 1. Пары, в которых сомнений нет. Сердце – насос: 1 – Б. Сетчатка – «матрица» глаза, в ней рецепторы света: 5 – В.

Шаг 2. Лёгкие. Альвеолы – пузырьки на концах самых тонких веточек бронхов, оплетённые капиллярами. Через их стенку кислород уходит в кровь: 2 – Е.

Шаг 3. Нервная система. Спинной мозг лежит в позвоночнике, и по нему бегут сигналы от тела к головному мозгу и обратно. Через него же идёт рефлекс «отдернуть руку»: 3 – Г.

Шаг 4. Мышцы. Здесь два похожих описания – А и Д. Трицепс лежит на задней стороне плеча и разгибает руку: 4 – А. Описание Д подходит бицепсу, а его в списке органов нет.

Шаг 5. Вестибулярный аппарат. Он сидит во внутреннем ухе, но звуков не ловит – это датчик равновесия: 6 – Ж.

Шаг 6. Проверка. Шесть органов получили шесть разных букв, свободной осталась Д. В условии и сказано, что одна работа лишняя.

 **Типичная ошибка.** Перепутать бицепс и трицепс и поставить 4 – Д. Подсказка на всю жизнь: сгибаешь руку, чтобы показать «силу», – надувается бицепс спереди. Вторая ошибка – решить, что раз вестибулярный аппарат в ухе, то он про слух.

Ответ: 1 – Б, 2 – Е, 3 – Г, 4 – А, 5 – В, 6 – Ж (лишнее – Д).

Своя задача по программе сферы, модуль 2

Проверь себя

1.1. Сопоставь орган чувств и то, что он ловит.

Органы: **1** – глаз, **2** – улитка внутреннего уха, **3** – нос, **4** – язык, **5** – кожа.

Что ловит: **А** – молекулы веществ в воздухе, **Б** – колебания воздуха, **В** – свет, **Г** – вещества, растворённые в слюне, **Д** – касание и тепло.

1.2. Сопоставь часть тела и деталь робота, на которую она похожа по работе. Одна деталь лишняя.

Части тела: **1** – сердце, **2** – нерв, **3** – локтевой сустав, **4** – мышца, **5** – головной мозг, **6** – кость.

Детали: **А** – кабель из многих проводов, **Б** – дверная петля, **В** – насос, **Г** – контроллер, **Д** – лебёдка, которая тянет трос, **Е** – жёсткий рычаг каркаса, **Ж** – вентилятор.

1.3. Выбери все верные утверждения. Ответ – номера в порядке возрастания, без пробелов.

- **1** – Артерии всегда несут кровь, богатую кислородом.
- **2** – По венам кровь течёт к сердцу.
- **3** – Стенка левого желудочка толще, чем стенка правого.
- **4** – Через стенки капилляров кислород уходит к клеткам.
- **5** – Клапаны сердца пропускают кровь в обе стороны.
- **6** – Из правого желудочка кровь идёт в лёгкие.

1.4. Капля крови вышла из правого желудочка. Расставь по порядку места, через которые она пройдёт дальше: **А** – левое предсердие, **Б** – лёгочная артерия, **В** – аорта, **Г** – капилляры лёгких, **Д** – левый желудочек, **Е** – лёгочные вены. Ответ – шесть букв подряд.

Пульс и сердце: считаем по графику



Сердце – самый честный датчик в теле: побежал за автобусом – оно тут же застучало чаще, сел отдышаться – стало успокаиваться. Здесь ты научишься переводить удары в минуту в секунды между ударами и обратно, считать пульс по графику с датчика и по ленте ЭКГ, сравнивать пульс до и после нагрузки в процентах. И узнаешь, как браслет на руке видит пульс обычным светом. На отборе такая задача – график или короткая история с числами. В ответ идёт число: удары в минуту, секунды, проценты. Если вопросов в задаче несколько, то и чисел несколько, по одному на пункт, а там, где надо сопоставить, ответ – пары вида «1 – Г, 2 – Б».

НА ПАЛЬЦАХ

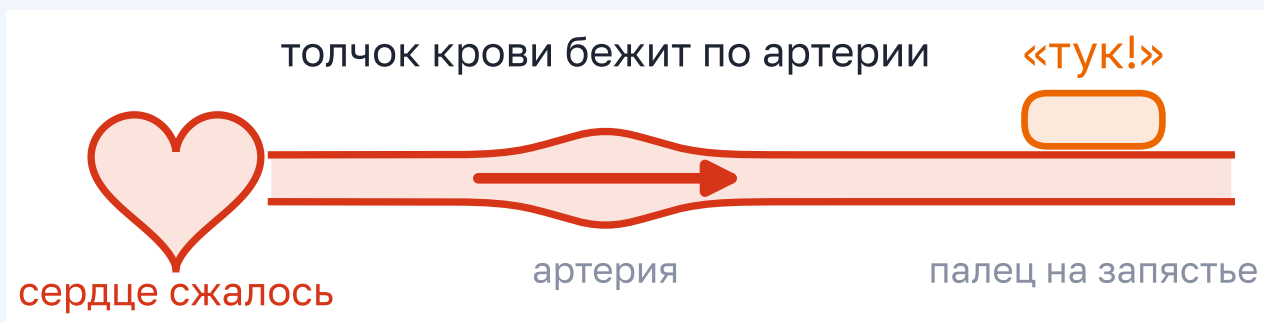
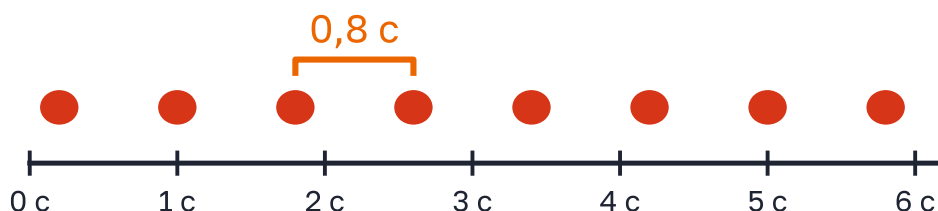


Рисунок 2.1 – Сердце сжалось – по артерии побежал толчок крови – палец на запястье его почувствовал

Пульс – это удар сердца, который добежал до твоего пальца по трубе-артерии.

Запомни. ЧСС – удары за минуту. Считал 15 секунд – умножь на 4, считал 30 – умножь на 2, в общем случае $ЧСС = N \cdot 60/t$. Спокойный пульс школьника – примерно 70–100 уд/мин.

НА ПАЛЬЦАХ



в минуте помещается $60 : 0,8 = 75$ таких промежутков – это 75 ударов в минуту

Рисунок 2.2 – Удары идут друг за другом через одинаковые промежутки

Знаешь, через сколько секунд бьёт сердце, – знаешь и сколько раз оно ударит за минуту.

Запомни. $ЧСС = 60 : T$, где T – в секундах, или $60\,000 : T$, где T – в миллисекундах. Короче интервал – чаще пульс. Уд/мин в герцы – раздели на 60.

НА ПАЛЬЦАХ

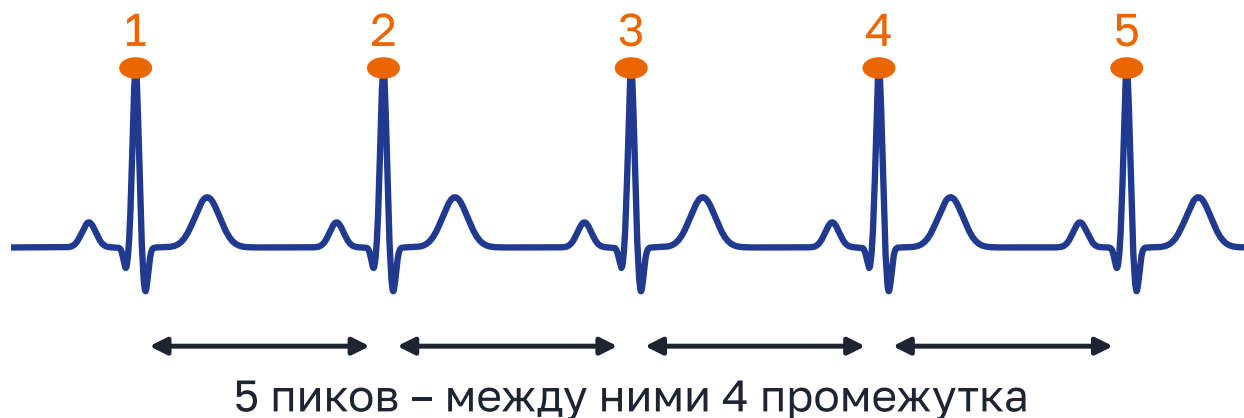


Рисунок 2.3 – Пики – это удары. Считаем пики, меряем промежутки между ними

Ударов столько, сколько пиков, а промежутков на один меньше. Как столбов и пролётов в заборе.

Запомни. N пиков – $N - 1$ промежутков. Средний интервал = (время последнего пика – время первого) : $(N - 1)$. На ЭКГ считаем зубцы R, на пульсовой волне – только высокие пики, без вторых горбиков.

Запомни. «На сколько» – вычитаем, «во сколько раз» – делим, «на сколько процентов» – прибавку делим на значение «до». Пульс падает после нагрузки – «до» равно самому высокому значению.

Запомни. Минутный объём = ударный объём · ЧСС. Ударный объём в миллилитрах даёт ответ в миллилитрах, для литров раздели на 1000.

Запомни. Оптический датчик – светодиод плюс фотоприёмник. Удар – в сосудах больше крови – света до приёмника доходит меньше. Пики на графике – удары, время между пиками даёт пульс.

Разбор для старта

Задача 2.1 Пульс на уроке

разминка · ЧСС по числу ударов

На уроке биологии Лиза нащупала пульс на запястье и за 15 секунд насчитала 21 удар. Какова её ЧСС? Ответ дай в ударах в минуту.

Дано: $N = 21$ удар; $t = 15$ с.

Найти: ЧСС – ?

Решение

Шаг 1. Какую долю минуты считала Лиза. В минуте 60 с. $60:15 = 4$ – значит, 15 секунд – это четверть минуты, и за целую минуту ударов будет вчетверо больше.

Шаг 2. Пересчёт на минуту. $21 \cdot 4 = 84$ уд/мин. По формуле то же самое:
 $21 \cdot 60/15 = 1260/15 = 84$.

Для девочки 11–14 лет в покое это обычный пульс, он попадает в диапазон примерно 70–100.

 **Типичная ошибка.** Сдать ответ «21». Это удары за 15 секунд, а спрашивали про минуту. Другой вариант той же ошибки – умножить на 15 вместо 4: 315 уд/мин у человека не бывает даже на самой тяжёлой тренировке.

Ответ: 84 уд/мин.

Своя задача по программе сферы, модуль 2

Проверь себя

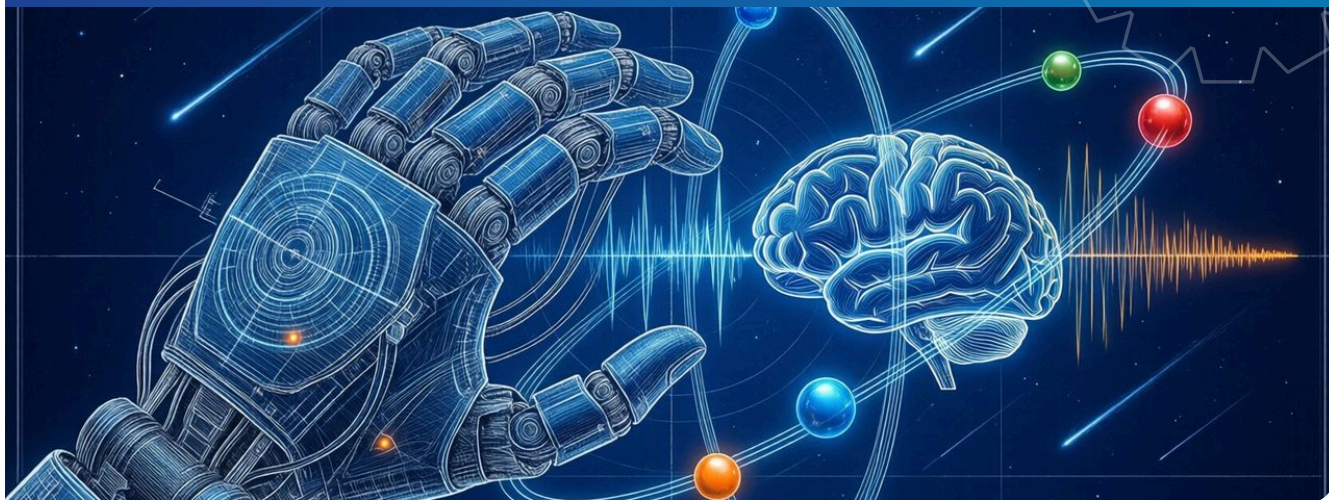
2.1. Перед контрольной Миша посчитал пульс за 30 секунд и насчитал 38 ударов. Какова его ЧСС в ударах в минуту?

2.2. Браслет показывает пульс 90 уд/мин. Сколько ударов насчитает человек, если будет считать пульс 20 секунд?

2.3. На пульсограмме соседние пики отстоят друг от друга на 0,48 с. Найди ЧСС в ударах в минуту.

2.4. После пробежки у Веры пульс 120 уд/мин. Через сколько миллисекунд следует один удар за другим? Какова частота ударов в герцах?

Мышцы и мозг: ЭМГ и ЭЭГ



Сожми кулак – и модель руки на столе сожмёт пальцы. Закрой глаза и успокойся – и на экране поднимется ракета. Оба фокуса держатся на электричестве мышц и мозга и на одном приёме: сравнить сигнал с порогом. Задачи здесь – график или столбик чисел и короткий вопрос: какой порог поставить, сколько раз сработает, на какой угол повернётся сервопривод, какой это ритм.

НА ПАЛЬЦАХ

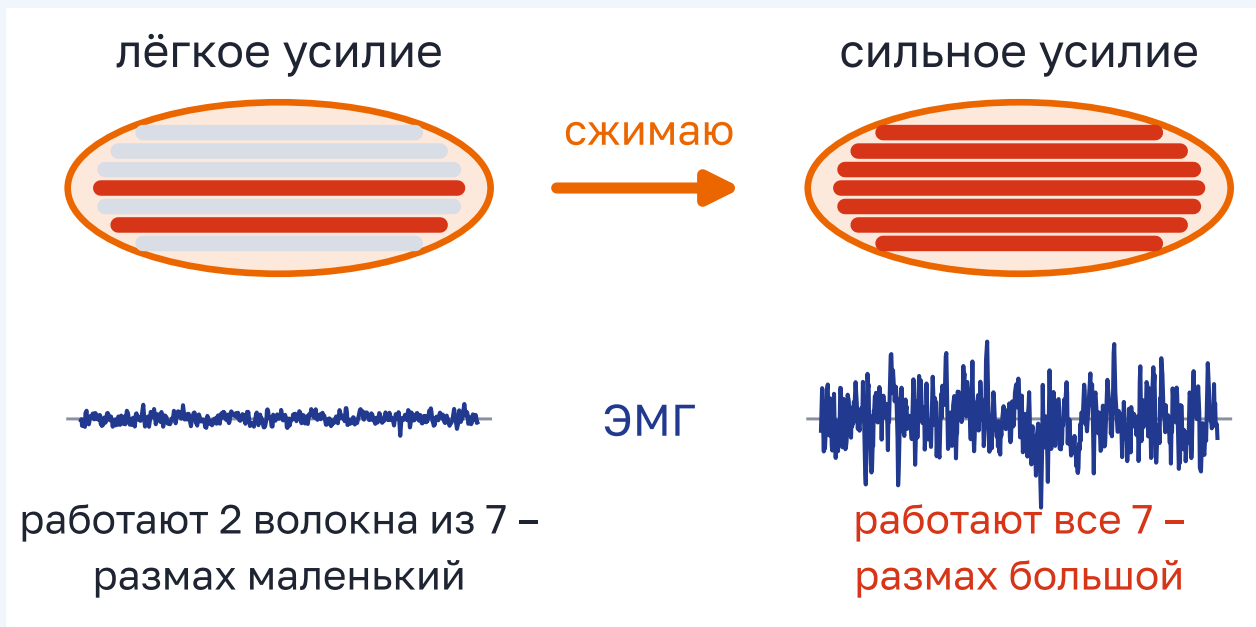


Рисунок 3.1 – Мышца – пучок волокон. Чем больше волокон работает, тем больше размах ЭМГ

Поднимаешь ручку – работают несколько волокон, тащишь ведро воды на даче – почти все. Электроды на коже слышат их всех разом: чем больше волокон включилось, тем сильнее «шумит» сигнал.

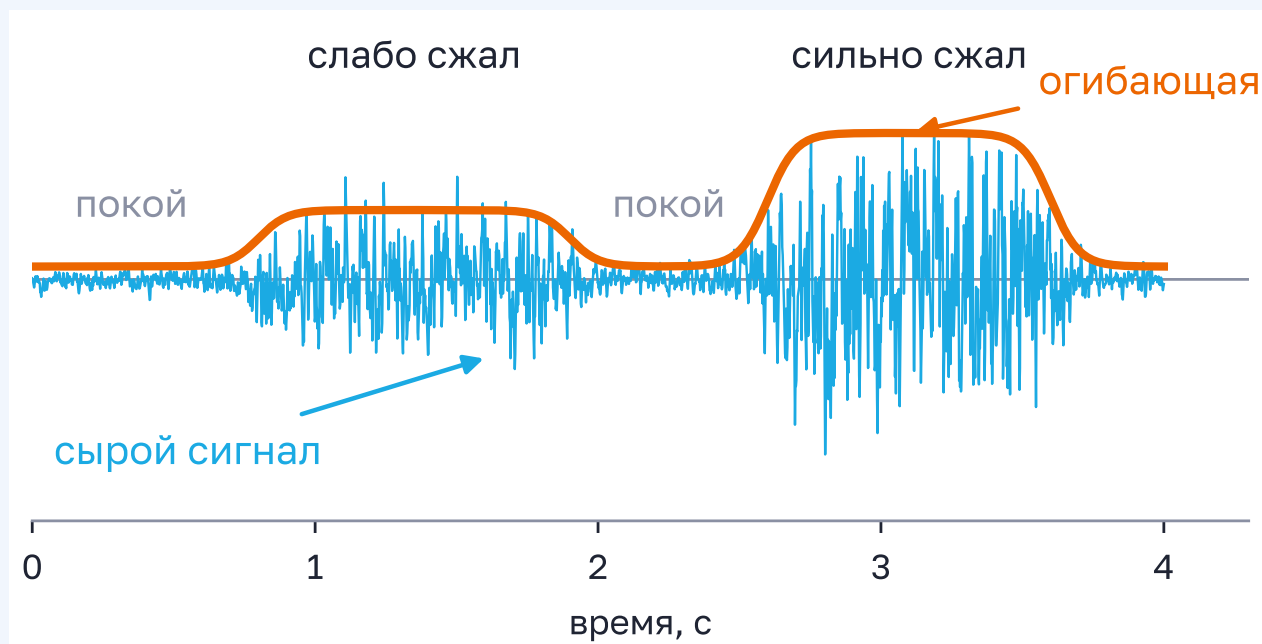


Рисунок 3.2 – Голубое – сырой сигнал ЭМГ, оранжевое – огибающая. По огибающей сразу видно, где рука отдыхала, а где её сжимали слабо и сильно

Пропусти полосу через сито: зубчики пропали, а главное осталось – где полоса широкая, где узкая. Линия идёт вдоль верхнего края полосы, но чуть ниже самых вершушек.

Запомни. ЭМГ ловит сразу сотни волокон, поэтому она «лохматая» и без чётких пиков. Сильнее напряг мышцу – шире полоса. Огибающая рисует ширину полосы одной плавной линией: по ней и работают все программы этой главы.

выше порога – лампочка горит

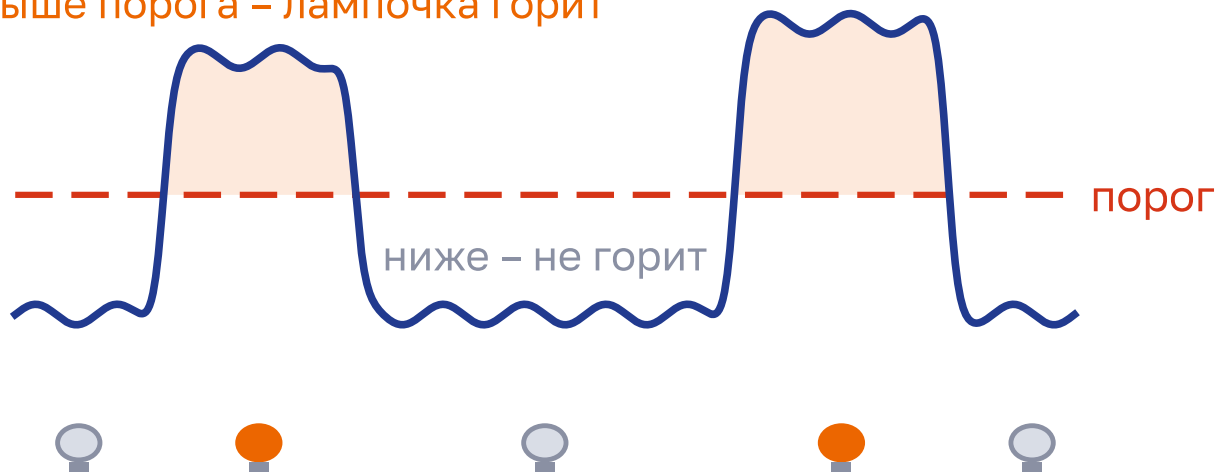


Рисунок 3.3 – Огибающая ЭМГ и порог. Пока линия выше порога, лампочка горит

Порог – как планка у прыгуна в высоту. Перепрыгнул – есть команда, не допрыгнул – ничего не происходит.

Запомни. Порог ставят между покоем и сжатием: выше самого большого значения в покое и ниже самого маленького при сжатии, лучше посередине. Срабатывания считают по переходам через порог снизу вверх. Сигнал дрожит у порога – бери два порога: включать по верхнему, выключать по нижнему.

Запомни. Пропорциональное управление:

угол = (оглабающая – покой) · 180 : (сжатие – покой). Arduino-команда `map` отбрасывает дробную часть, а `constrain` не пускает угол за 0 и 180°. В мио-армрестлинге смотрят на разность двух сигналов, а маленькую разность гасит мёртвая зона.

Запомни. Альфа – примерно 8–13 Гц, покой с закрытыми глазами. Бета – примерно 13–30 Гц, внимание и работа. Частота: $f = N : t$ (волны за время) или $f = 1 : T$ (через период в секундах). Открыл глаза или задумался – альфа слабеет.

Запомни. БОС – человек видит свой биосигнал и учится им управлять. Петля: датчик → обработка → экран → человек → датчик. В задачах про тренажёр иди по секундам по порядку и сверяйся с условием: «меньше» там или «не меньше», может ли ракета уйти ниже земли.

Разбор для старта

Задача 3.1 Порог для бионической руки

разминка · ЭМГ, выбор порога по графику, калибровка

Лена калибрует бионическую руку. На рисунке – огибающая ЭМГ с её предплечья: сначала 3 секунды рука лежит спокойно, потом 3 секунды Лена сжимает кулак, и так два раза. Рука модели сжимается, когда огибающая **выше** порога. Какие пороги подойдут – рука будет сжата всё время, пока Лена сжимает кулак, и ни разу не сожмётся в покое? **1** – 80; **2** – 200; **3** – 300; **4** – 450; **5** – 600. Ответ – номера подходящих вариантов без пробелов, по возрастанию.

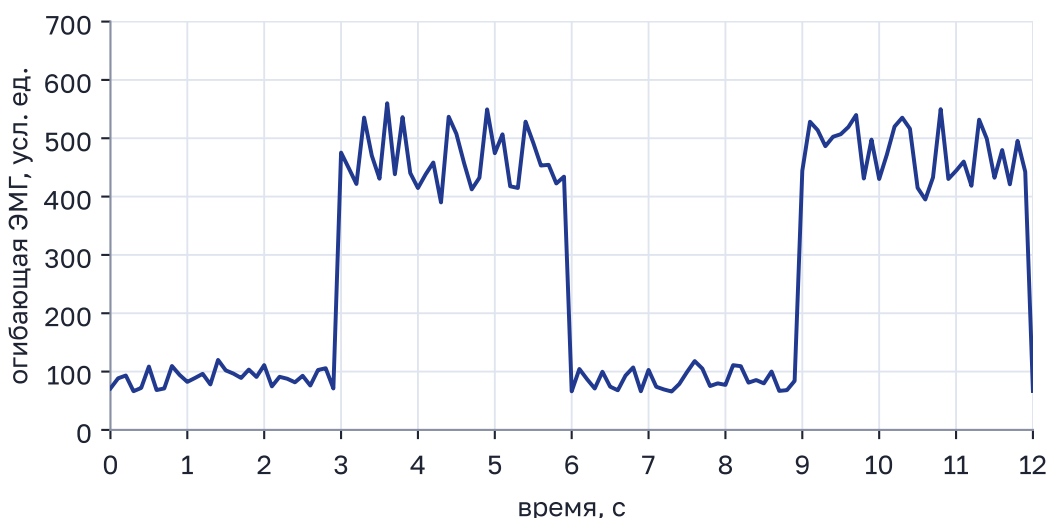


Рисунок 3.4 – Огибающая ЭМГ во время калибровки. По вертикали – условные единицы

Дано: график огибающей; рука сжата, если огибающая выше порога; пороги 80, 200, 300, 450, 600.

Найти: номера подходящих порогов.

Решение

Шаг 1. Что нужно от порога. Два условия сразу. В покое огибающая не должна подниматься выше порога ни на миг – значит, порог выше самого большого значения в покое. При сжатии огибающая не должна опускаться до порога – значит, порог ниже самого маленького значения при сжатии.

Шаг 2. Покой. Участки 0–3 с и 6–9 с. Самый высокий зубец – около 1,4 с, чуть выше линии 100: около 120. Всё остальное в покое ещё ниже.

Шаг 3. Сжатие. Участки 3–6 с и 9–12 с. Самый глубокий провал – около 4,3 с: чуть ниже линии 400, около 390.

Шаг 4. Коридор для порога. Порог должен лечь между 120 и 390.

Шаг 5. Проверяем варианты.

- 80 – ниже 120: зубцы покоя его перепрыгнут, рука сожмётся сама. Не подходит.
- 200 – между 120 и 390. Подходит.
- 300 – между 120 и 390. Подходит.

- 450 – выше 390: в провалах при сжатии огибающая опустится ниже 450, и рука на мгновение разожмётся. Не подходит.
- 600 – выше всего, что было на графике: рука не сожмётся ни разу. Не подходит.

Середина коридора – $(120 + 390) : 2 = 255$. Порог 200 чуть ближе к покою, 300 – к сжатию, но запас у обоих не меньше 80 единиц в каждую сторону.

 **Типичная ошибка.** Смотреть на средний уровень вместо крайних точек. На глаз сжатие держится около 450–500, и кажется, что порог 450 годится. Но порогу важен самый глубокий провал: в момент 4,3 с огибающая опускается до 390, и рука с порогом 450 разожмётся посреди сжатия.

Ответ: 23.

Своя задача по программе сферы, модуль 7

Проверь себя

3.1. При калибровке огибающая ЭМГ Тимура в покое менялась от 30 до 90, а при сжатии кулака – от 310 до 480. Найди порог по правилу середины: посередине между самым большим значением в покое и самым маленьким при сжатии.

3.2. Руку Тимура из предыдущей задачи откалибровали и поставили порог 200. На следующий день электрод немного сполз, и сигнал ослаб: в покое огибающая теперь от 20 до 60, при сжатии – от 150 до 260. а) Будет ли рука со старым порогом 200 сжата всё время, пока Тимур сжимает кулак? Ответь «да» или «нет». б) Найди новый порог по правилу середины.

3.3. На записи ЭЭГ от одной вершины волны до следующей проходит 0,05 с. Какой это ритм? **1** – дельта (0,5–4 Гц); **2** – тета (4–8 Гц); **3** – альфа (8–13 Гц); **4** – бета (13–30 Гц). Ответ – номер варианта.

3.4. ЭЭГ-модуль передаёт в компьютер 250 чисел (отсчётов) в секунду. На записи от одной вершины волны до следующей – 25 отсчётов. Найди частоту волн в герцах и определи ритм по вариантам из предыдущей задачи.

Сигналы и обработка данных



Датчик не знает, что такое пульс или сжатая мышца. Он выдаёт длинный ряд чисел, и дальше работает программа: ищет в этих числах удары, отсеивает помехи, считает частоту. В главах 2 и 3 мы разглядывали пульс, ЭМГ и ЭЭГ по отдельности. Здесь – приёмы, которым всё равно, откуда пришли числа: с пальца, с руки или с головы. На отборе такая задача выглядит просто – ряд чисел или график с датчика, а ответ одно число. Трудность в том, чтобы не сбиться при счёте.

НА ПАЛЬЦАХ

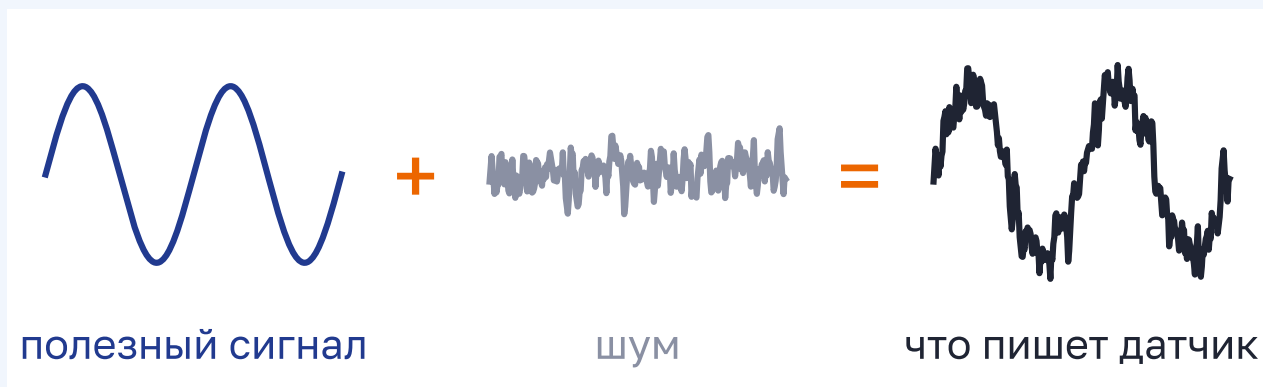


Рисунок 4.1 – Полезный сигнал плюс шум – так выглядит запись любого датчика

Ровная волна – то, что мы хотим услышать. Мелкая дрожь – помеха. Датчик ловит их вместе, и разделять их – забота программы.

Запомни. Сигнал – то, что меняется и этим несёт сообщение. Шум – лишнее, что к нему примешалось: движение, моргание, наводка от сети 50 Гц, плохой контакт. Датчик пишет сумму того и другого.

НА ПАЛЬЦАХ

период 5 с – один вдох и выдох

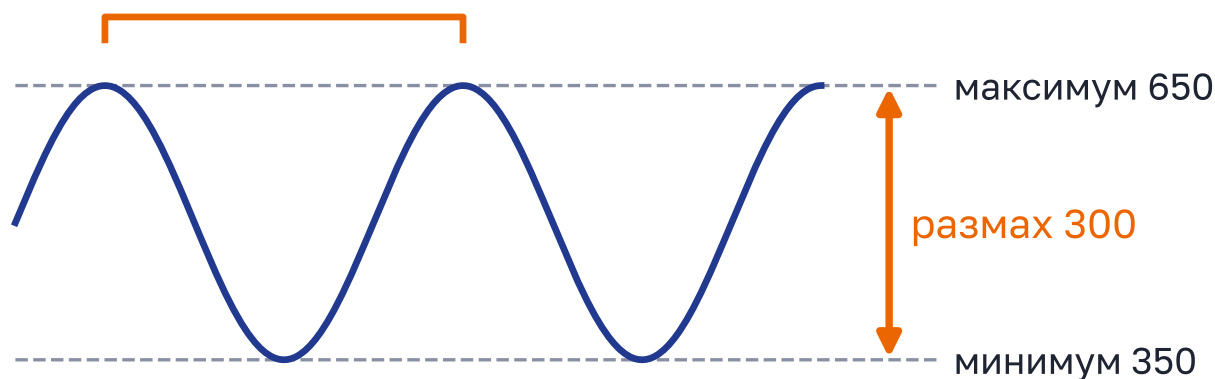


Рисунок 4.2 – Дыхательный пояс на груди: вдох – число растёт, выдох – падает

Как высоко качаются качели – это размах. Сколько секунд занимает один взмах туда-обратно – это период.

Запомни. Размах = максимум – минимум. Амплитуда – половина размаха, средний уровень – середина между максимумом и минимумом. Период – секунды на одно колебание, частота – колебания за секунду: $f = 1 : T$.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 4.3 – Плавная линия – сигнал. Точки – то, что успела измерить плата

Кино – это 24 фотографии в секунду, а нам кажется, что всё движется. Плата тоже «фотографирует» сигнал: много раз в секунду записывает, чему он равен.

Запомни. Отсчёт – одно измерение. Частота дискретизации – отсчётов за секунду. Шаг $\Delta t = 1: f_d$, отсчётов за время $t: n = f_d \cdot t$. Измерять надо чаще, чем $2f$, где f – самые быстрые колебания, которые нужно сохранить.

Запомни. Срабатывание – сигнал был не выше порога и стал выше. Один пик – одно срабатывание, сколько бы отсчётов он ни занимал. Время выше порога = число отсчётов выше порога · шаг. Равное порогу значение считается или нет – решает условие («выше» – не считается, «не меньше» – считается). Частота по номерам отсчётов: разница номеров делится на f_d – получаются секунды.

Запомни. Скользящее среднее: окошко из k чисел едет по ряду, каждое положение даёт одно среднее, и его пишут под средней точкой окошка (для окна 3 – сама точка и соседи слева и справа). Из n чисел получается $n - k + 1$, на краях средних нет. Шире окошко – глаже линия, ниже пики; окно «по последним» ещё и запаздывает.

Запомни. Спектр – из каких частот сложен сигнал и сколько каждой. Фильтр низких частот пропускает медленное и гасит быстрое, высоких – наоборот, полосовой оставляет полосу. Скользящее среднее – простейший фильтр низких частот.

Запомни. Бит – одна двоичная цифра, b бит дают 2^b уровней, 10 бит – 1024 (от 0 до 1023). Поток = каналы · бит на отсчёт · отсчётов в секунду. 1 байт = 8 бит, 1 Кбайт = 1024 байта.

Разбор для старта

Задача 4.1 Размах пульсовой волны

разминка · максимум, минимум, размах, амплитуда

Лена надела на палец оптический датчик пульса. Программа вывела 12 отсчётов подряд (в условных единицах АЦП):

486, 530, 611, 648, 597, 522, 470, 454, 489, 541, 620, 639.

Найди: а) наибольшее и наименьшее значение; б) размах; в) амплитуду, если считать её половиной размаха.

Дано: 12 отсчётов.

Найти: $\max$, $\min$, размах, амплитуду A .

Решение

Шаг 1. Максимум. Проходим ряд и держим в голове самое большое число: 486, потом 530, потом 611, потом 648. Дальше ничего больше 648 нет (ближе всех 639 в конце). $\max = 648$.

Шаг 2. Минимум. Так же ищем самое маленькое: 486, потом 470, потом 454. Меньше 454 в ряду нет. $\min = 454$.

Шаг 3. Размах. $648 - 454 = 194$.

Шаг 4. Амплитуда. Половина размаха: $194 : 2 = 97$.

Прикинем в вольтах: у Arduino одна ступенька – примерно 4,9 мВ, значит, размах около $194 \cdot 4,9 \approx 950$ мВ, почти вольт. Для датчика пульса с усилителем это нормальная величина.

 **Типичная ошибка.** Взять за максимум и минимум первое и последнее число или «на глаз» самое большое в начале ряда. В этом ряду второй пик (639) почти догоняет первый – проверь каждое число, прежде чем решить. Вторая ошибка – сдать в пункте в) 648, то есть максимум: амплитуда отсчитывается от среднего уровня, а не от нуля.

Ответ: а) 648 и 454; б) 194; в) 97.

Своя задача по программе сферы, модуль 3

Проверь себя

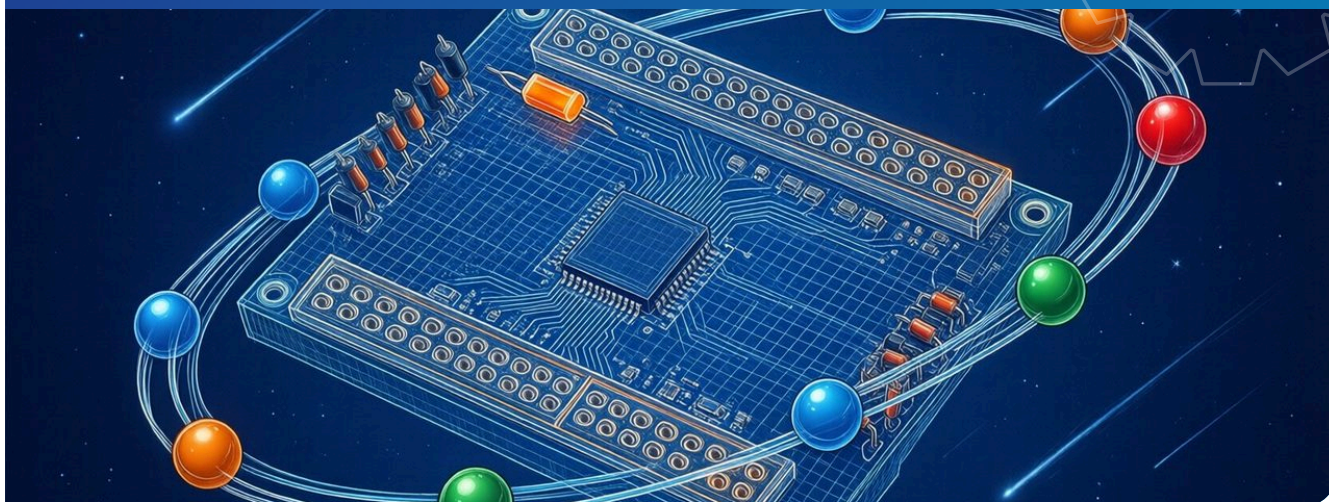
4.1. Датчик ЭМГ на предплечье выдал 10 отсчётов: 512, 538, 590, 471, 438, 560, 602, 455, 498, 531. Найди размах и амплитуду (половину размаха).

4.2. В симуляторе пульсовую волну делают программой: ровная волна качается вокруг среднего уровня 500 с амплитудой 120. Какое наибольшее и какое наименьшее число покажет монитор порта? Каков размах?

4.3. Учебный ЭЭГ-ободок делает 250 отсчётов в секунду. Сколько миллисекунд проходит между соседними отсчётами? Сколько отсчётов он запишет за 12 секунд?

4.4. Команда хочет записывать альфа-ритм ЭЭГ, считая, что его самые быстрые колебания – 13 Гц. Плату можно настроить на 10, 25, 40 или 100 отсчётов в секунду. Какую **наименьшую** частоту дискретизации из списка можно выбрать, чтобы по теореме Котельникова не потерять альфа-ритм?

Электричество и датчики



Разбери пульсометр, фитнес-браслет или ЭМГ-руку – внутри найдёшь одно и то же: датчик превращает что-то живое в напряжение, а плата меряет это напряжение и получает число. Физику в школе ещё не проходили? Не страшно: ток, напряжение и сопротивление здесь начинаются с нуля, с воды в трубах. Потом – резистор для светодиода, датчики, перевод числа `analogRead` в вольты и срок жизни аккумулятора. В задачах на эту тему – схема или прибор, несколько чисел с единицами, а в ответ – одно число.

НА ПАЛЬЦАХ



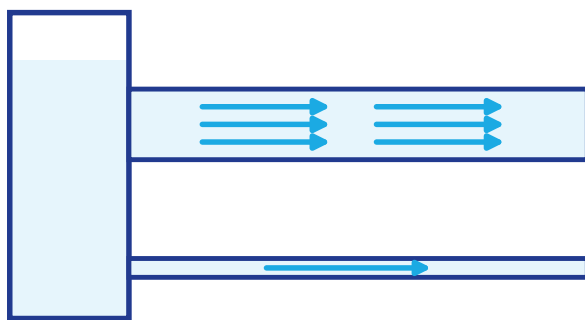
Рисунок 5.1 – Вода в трубах и ток в проводах устроены одинаково

Насос гонит воду по кругу, и вода крутит колесо. Батарейка гонит по проводам ток, и загорается лампа. Разорви трубу или провод – всё остановится.

Запомни. Ток идёт только по замкнутой цепи. Напряжение U – «напор», в вольтах (В). Сила тока I – «сколько течёт», в амперах (А) и миллиамперах: $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$.

НА ПАЛЬЦАХ

один и тот же бак



широкая труба: сопротивление маленькое – ток большой

узкая труба: сопротивление большое – ток маленький

Рисунок 5.2 – Бак один и тот же, а вода по двум трубам течёт по-разному

Узкая труба мешает воде. Деталь с большим сопротивлением так же мешает току: напор тот же, а течёт меньше.

Запомни. Закон Ома: $I = U : R$, $U = I \cdot R$, $R = U : I$. Подставляй вольты, амперы и омы. Последовательно стоящие сопротивления складываются.

НА ПАЛЬЦАХ

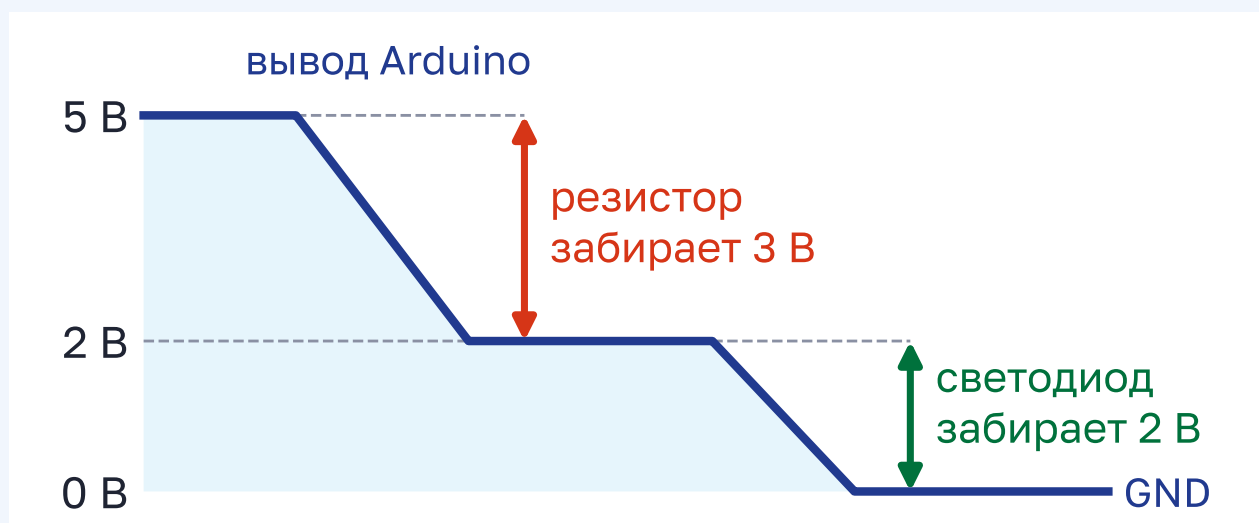


Рисунок 5.3 – Пять вольт от вывода платы по пути к GND делятся между резистором и светодиодом

Светодиод всегда «забирает» себе примерно одно и то же напряжение. Всё, что осталось, должен забрать резистор.

Запомни. Светодиод – только с резистором. $R = (U_{\text{пит}} - U_{\text{св}}) : I$, ток – в амперах. Из набора бери ближайший **больший** номинал.

Запомни. Датчик переводит величину (свет, тепло, нажатие, биосигнал) в напряжение. Если датчик меняет сопротивление, к нему добавляют резистор. Биосигналы крошечные – перед платой их усиливают: $U_{\text{ВЫХ}} = K \cdot U_{\text{ВХ}}$.

Запомни. $U_{\text{ВЫХ}} = U \cdot R_2 : (R_1 + R_2)$, где R_2 – резистор между выходом и GND. Одинаковые резисторы делят напряжение пополам.

Запомни. analogRead : 0 В → 0, 5 В → 1023, ступенька около 4,9 мВ. Из числа в вольты: $U = N \cdot 5 : 1023$. Из вольт в число: $N = U \cdot 1023 : 5$.

Запомни. $t = C : I$: ёмкость в мА·ч делим на ток в мА – получаем часы. Если ток меняется, сначала найди средний ток.

Разбор для старта

Задача 5.1 Что показал мультиметр

разминка · закон Ома, миллиамперы

На кружке Вика собрала цепь со светодиодом и резистором 470 Ом. **Мультиметр** – прибор, который меряет напряжение, ток и сопротивление, – показал, что на резисторе 2,35 В. Какой ток идёт через резистор? Ответ дай в миллиамперах.

Дано: $R = 470$ Ом; $U = 2,35$ В.

Найти: I – ? (в мА)

Решение

Шаг 1. Какая формула. Известны напряжение и сопротивление, нужен ток. Закон Ома: $I = U : R$.

Шаг 2. Подставляем. Напряжение в вольтах, сопротивление в омах – переводить ничего не надо: $I = 2,35 : 470 = 0,005$ А.

Шаг 3. Переводим в миллиамперы. В ампере 1000 мА: $0,005 \cdot 1000 = 5$ мА.

5 мА – спокойный ток для учебного светодиода, до предела в 20 мА далеко. Светить он будет, но не во всю силу.

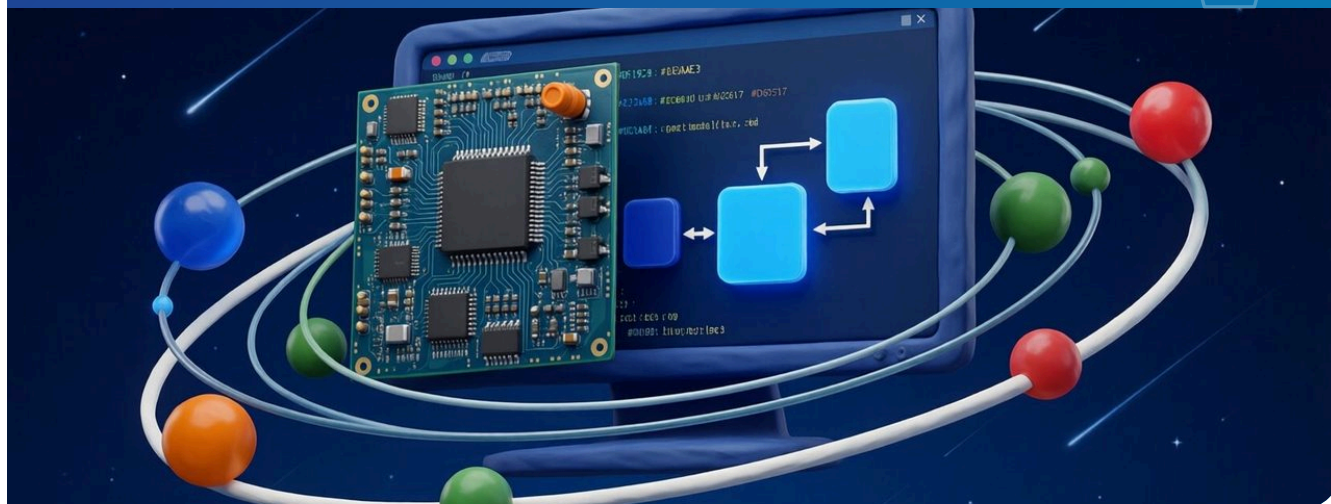
 **Типичная ошибка.** Сдать ответ 0,005: задача просит миллиамперы, а это амперы. Вторая ошибка – перемножить $2,35 \cdot 470 \approx 1105$: так считают напряжение, а не ток.

Ответ: 5 мА.

Проверь себя

- 5.1.** К батарейке 4,5 В подключили резистор 1,5 кОм. Какой ток пойдёт через него? Ответ в миллиамперах.
- 5.2.** В цепи от 5 В последовательно стоят два резистора. Один из них – 1 кОм, сопротивление второго неизвестно. Мультиметр показал ток 2 мА. Каково сопротивление второго резистора? Ответ в килоомах.
- 5.3.** Жёлтый светодиод на 2,1 В подключают к 5 В, ток должен быть не больше 10 мА. Каково наименьшее допустимое сопротивление резистора? Какой резистор взять из набора 220 Ом, 330 Ом, 470 Ом?
- 5.4.** Миша подключил красный светодиод (2 В, предел 20 мА) к выводу 5 В через резистор 100 Ом. а) Какой ток пойдёт через светодиод, в миллиамперах? б) Выдержит ли светодиод? Ответь «да» или «нет». в) Какой наименьший резистор из набора 100 Ом, 220 Ом, 470 Ом подойдёт?

Программирование: Arduino и машины состояний

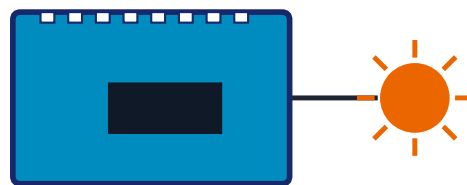


Датчик пульса без программы – просто лампочка и фотоприёмник. Решать, когда включить красный светодиод, сколько раз засчитать сжатие кулака и когда поднять тревогу, будет программа. Здесь ты научишься читать такие программы на C++ для платы Arduino, собирать их из блоков и рисовать схемой из состояний и стрелок – на языке ПРИМС, который есть в курсе сферы. В задачах этой книги программа уже написана: спрашивается, что она выведет, где в ней ошибка, в каком порядке поставить перемешанные строки или в каком состоянии окажется устройство. Для всего этого нужен один навык – следить за программой пальцем, строка за строкой.

НА ПАЛЬЦАХ

1. включи светодиод
2. подожди 1 секунду
3. выключи светодиод

алгоритм –
шаги по порядку



исполнитель выполняет
их по одному

Рисунок 6.1 – Алгоритм – список шагов, исполнитель – тот, кто их выполняет

Плата Arduino не думает. Она берёт первый шаг, выполняет, берёт следующий – и так до конца списка.

Запомни. Алгоритм – шаги по порядку, исполнитель – тот, кто их выполняет и умеет только свои команды. Программу для учебного исполнителя проверяй прогоном: выпиши число после каждой команды. Ищешь программу – иди от конца к началу.

НА ПАЛЬЦАХ

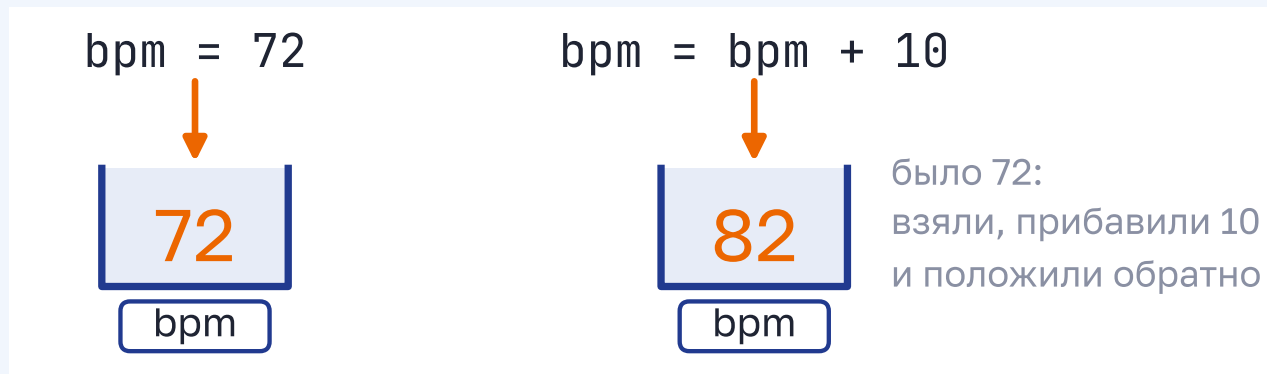


Рисунок 6.2 – Переменная – коробочка с наклейкой. Знак = кладёт в неё число

bpm = bpm + 10 – не уравнение. Это команда: достань число, прибавь 10 и положи обратно.

Запомни. = кладёт в переменную, старое значение пропадает. Целое делим на целое – получаем целое, дробь отбрасывается: 82 / 4 даёт 20. % – остаток: 82 % 4 даёт 2.

НА ПАЛЬЦАХ

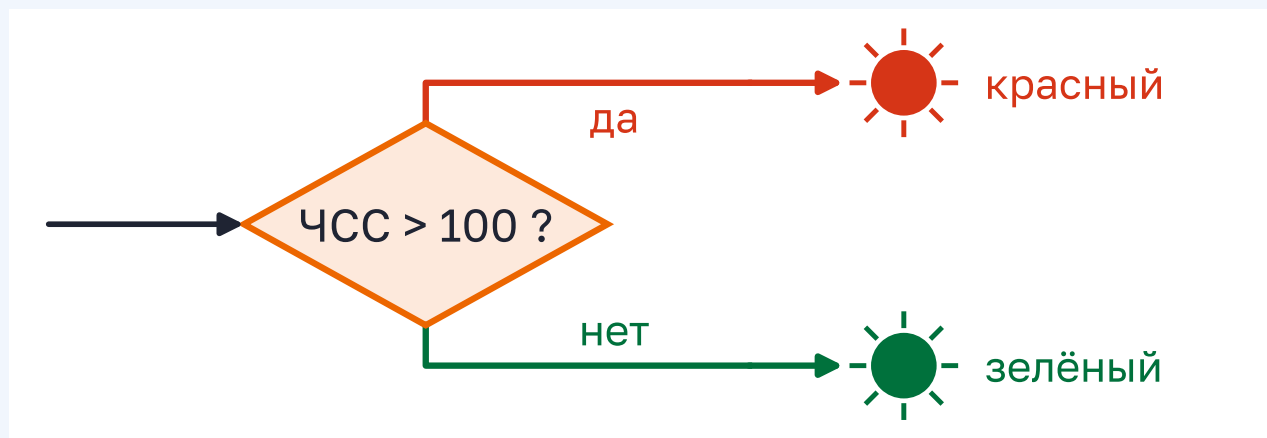


Рисунок 6.3 – Условие – развилка: по одной дороге, если ответ «да», по другой – если «нет»

Программа задаёт вопрос, на который можно ответить только «да» или «нет», и в зависимости от ответа выбирает дорогу.

Запомни. `if (вопрос) { ... } else { ... }` – развилка на две дороги. `=` сравнивает, `=` кладёт. В цепочке `if ... else if ... else` срабатывает только первая подходящая ветка. Внимательно смотри на границу: `> 100` и `≥ 100` по-разному поступают с числом 100.

Запомни. `for` – повторить заданное число раз, `while` – повторять, пока условие верно. Условие проверяется перед каждым кругом: когда оно стало ложным, цикл заканчивается сразу. Чтобы узнать, что выведет цикл, води трассировку.

Запомни. `setup()` – один раз, `loop()` – по кругу. `digitalWrite` – только HIGH (5 В) или LOW (0 В), `analogRead` – число от 0 до 1023. Время у Arduino в миллисекундах. Длительность круга `loop()` – сумма всех `delay` в нём.

Запомни. «При запуске» = `setup()`, «повторять всегда» = `loop()`, скоба «если – иначе» = `if ... else`. Что стоит внутри скобы, в тексте стоит внутри фигурных скобок. В тексте время – в миллисекундах.

Запомни. Машина состояний: в каждый момент одно состояние, переходы по событиям, условие в квадратных скобках решает, сработает ли стрелка. В коде – переменная `state` и цепочка `if ... else if` в `loop()`, время – через `millis()` – `start`, а не через `delay`.

Разбор для старта

Задача 6.1 Исполнитель Яркость

разминка · алгоритм, исполнитель, система команд, обратный ход

Исполнитель Яркость хранит одно число – яркость светодиода – и знает две команды: **1** – «прибавь 20», **2** – «умножь на 2». Программа – строка из номеров команд, читается слева направо. а) Яркость была 5. Какой она станет после программы 12211? б) Найди программу из трёх команд, которая превращает 5 в 60. Ответ – строка из цифр.

Дано: команда 1: $x + 20$; команда 2: $x \cdot 2$; а) начальное 5, программа 12211; б) из 5 в 60 за 3 команды.

Найти: а) результат; б) программу.

Решение

Шаг 1. Прогон программы 12211. Пишем число после каждой команды, не перескакивая:

- 1: $5 + 20 = 25$;

- 2: $25 \cdot 2 = 50$;
- 2: $50 \cdot 2 = 100$;
- 1: $100 + 20 = 120$;
- 1: $120 + 20 = 140$.

Шаг 2. Обратный ход для 60. Последней командой могла быть «прибавь 20» – тогда перед ней было $60 - 20 = 40$. Или «умножь на 2» – тогда было $60 : 2 = 30$. Осталось две команды, и нужно проверить, можно ли за них получить из 5 число 40 или 30.

Шаг 3. Что получается из 5 за две команды. Вариантов всего четыре: 11 даёт $5 + 20 + 20 = 45$; 12 даёт $(5 + 20) \cdot 2 = 50$; 21 даёт $5 \cdot 2 + 20 = 30$; 22 даёт $5 \cdot 2 \cdot 2 = 20$. Числа 40 среди них нет, а 30 есть – это программа 21.

Шаг 4. Собираем. Из 5 программой 21 получаем 30, потом команда 2: $30 \cdot 2 = 60$. Вся программа – 212.

Прогоним её для верности: $5 \cdot 2 = 10$, $10 + 20 = 30$, $30 \cdot 2 = 60$.

 **Типичная ошибка.** В пункте а) выполнить сначала все «умножь», а потом все «прибавь», как в школьном примере с порядком действий. Исполнитель так не умеет: он делает команды строго по очереди, слева направо. Если сначала два раза умножить, а потом три раза прибавить, выйдет $5 \cdot 4 + 60 = 80$ вместо 140.

Ответ: а) 140; б) 212.

Своя задача по программе сферы, модуль 1

Проверь себя

6.1. Исполнитель Громкость знает две команды: **1** – «прибавь 3», **2** – «умножь на 3». Громкость была 2. Какой она станет после программы 21211?

6.2. Исполнитель Удвоитель знает команды **1** – «прибавь 5» и **2** – «умножь на 2». Найди **самую короткую** программу, которая превращает 1 в 49. Такая программа одна. Ответ – строка из цифр.

6.3. Тревожный маячок на выводе 9 должен вспыхивать на 200 мс и гаснуть на 800 мс. В момент каждой вспышки, сразу после включения, в монитор порта уходит слово «тревога». Сразу после включения платы маячок загорается. Вывод 9 уже настроен в `setup()`. Расставь пять строк функции `loop()`: А `delay(800)`; Б `digitalWrite(9, HIGH)`; В `Serial.println("тревога")`; Г `delay(200)`; Д `digitalWrite(9, LOW)`; . Ответ – последовательность букв.

6.4. Программа из блоков (надписи блоков записаны словами, отступ показывает, что стоит внутри скобы):

```
при запуске
  сделать вывод 12 выходом
повторять всегда
  v = аналоговый вход A0
  если v < 200 то
    включить вывод 12
  иначе
    выключить вывод 12
  ждать 0,5 с
```

Какой из вариантов функции `loop()` делает то же самое? Ответ – номер варианта.

```
// Вариант 1
int v = analogRead(A0);
if (v < 200) { digitalWrite(12, HIGH); } else { digitalWrite(12, LOW); delay(500); }

// Вариант 2
int v = analogRead(A0);
if (v > 200) { digitalWrite(12, HIGH); } else { digitalWrite(12, LOW); }
delay(500);

// Вариант 3
int v = analogRead(A0);
if (v < 200) { digitalWrite(12, HIGH); } else { digitalWrite(12, LOW); }
delay(500);

// Вариант 4
int v = analogRead(A0);
if (v < 200) { digitalWrite(12, HIGH); } else { digitalWrite(12, LOW); }
delay(0.5);
```

Таблицы, графики и статистика



Датчик CO₂ в классе за один урок выдаёт сотню чисел, пульсометр за минуту – тысячи. Глазами в таком столбце ничего не разглядишь. Поэтому числа складывают в таблицу, сворачивают до нескольких главных – среднего, наибольшего, наименьшего – и рисуют по ним график. Почти все примеры тут – про углекислый газ в классе и про пульс: с этими датчиками работают в программе сферы. На отборе такая задача – таблица или график и вопрос к ним, а в ответ вводят число или номера верных утверждений.

НА ПАЛЬЦАХ

столбец В
↓

	А	В	С
1	мин	ppm	
2	0	480	
3	10	610	
4	20	760	
5	30	890	

строка 3 →

В3

адрес ячейки:
буква + номер

Рисунок 7.1 – Адрес ячейки – буква столбца и номер строки

Как клетка «В3» в морском бое: сначала буква, потом цифра. В ячейке В3 лежит число 610.

Запомни. Адрес – латинская буква столбца и номер строки. Формула начинается с = .
В2:В6 – ячейки с В2 по В6, обе включены, всего 5. Протянул формулу вниз – адреса в ней съехали на столько же строк.

НА ПАЛЬЦАХ

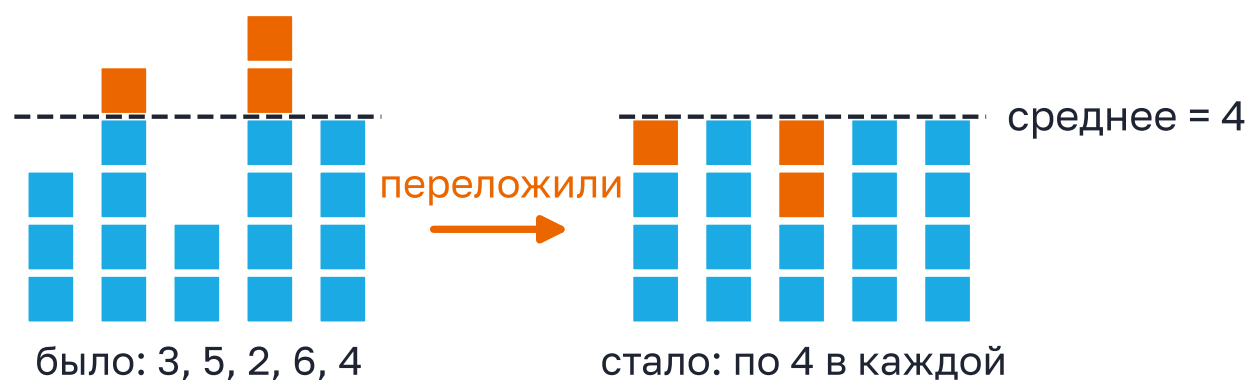


Рисунок 7.2 – Пять стопок кубиков выравнили: лишнее с высоких переложили на низкие

Было 3, 5, 2, 6 и 4 кубика. Выравнили – в каждой стопке по 4. Это и есть среднее.

Запомни. Среднее = сумма : количество, и оно всегда между минимумом и максимумом. Размах = максимум – минимум. Медиана – середина упорядоченного ряда, её сбой почти не сдвигает. Убрал число из ряда – дели на новое количество.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 7.3 – Число 0,746 на линейке с делениями по одной тысячной

До отметки 0,75 – четыре деления, до 0,74 – шесть. Округлить до сотых – перейти к ближайшей сотой отметке.

Запомни. Сравнивая дроби, уравнивай число знаков нулями: $0,30 > 0,29$. Миллисекунды → секунды: делим на 1000. Округляют по первой отброшенной цифре (5 и больше – вверх) и только в самом конце.

Запомни. $1\% = 10\,000\text{ ppm}$. На улице чуть больше 400 ppm, в задачах берут 400. Доля измерений выше порога = (сколько выше : сколько всего) · 100. «На сколько процентов больше» считают от того, с чем сравнивают: от порога, от начального значения.

Запомни. Сначала оси: что отложено, в каких единицах, сколько стоит клетка и с какого числа начинается ось. Потом уже линия. Скорость изменения = изменение : время.

Запомни. Общее среднее нескольких групп – через суммы: среднее · количество, суммы сложить, поделить на общее количество. Верный вывод опирается только на данные из таблицы и не говорит «каждый», если в таблице «в среднем».

Разбор для старта

Задача 7.1 Датчик на уроке математики

разминка · электронная таблица, СРЗНАЧ, МАКС, МИН, размах

Датчик CO₂ записывал показания каждые 10 минут, и Миша перенёс их в таблицу: в ячейках B2:B6 стоят числа 620, 780, 930, 1060, 1150 (ppm). Что покажет ячейка B7 с формулой =СРЗНАЧ(B2:B6) ? А ячейка B8 с формулой =МАКС(B2:B6)-МИН(B2:B6) ?

Дано: B2 = 620, B3 = 780, B4 = 930, B5 = 1060, B6 = 1150.

Найти: значения формул в B7 и B8 – ?

Решение

Шаг 1. Что входит в диапазон. B2:B6 – ячейки B2, B3, B4, B5, B6. Их $6 - 2 + 1 = 5$, это все пять показаний.

Шаг 2. Сумма. $620 + 780 + 930 + 1060 + 1150 = 4540$ ppm.

Шаг 3. Среднее. $4540 : 5 = 908$ ppm – между самым маленьким показанием 620 и самым большим 1150.

Шаг 4. Формула в B8. Сначала таблица найдёт МАКС – 1150, потом МИН – 620, потом вычитет: $1150 - 620 = 530$ ppm. Это размах.

Среднее 908 попало в оранжевую зону (раздел 7.4), а максимум уже в красной: к концу урока класс стоило проветрить.

 **Типичная ошибка.** Поделить сумму на 4, решив, что B2:B6 – это «от 2 до 6, четыре шага». Получится 1135 – почти максимум, и проверка «среднее между минимумом и максимумом» формально пройдёт. Поэтому считай ячейки, а не шаги.

Ответ: B7 – 908, B8 – 530.

Своя задача по программе сферы, модуль 6

Проверь себя

7.1. Шестеро ребят из кружка измерили пульс в покое и записали в ячейки C2:C7: 78, 85, 92, 74, 88, 81 уд/мин. Что покажут формулы =СРЗНАЧ(C2:C7) и =МАКС(C2:C7)-МИН(C2:C7) ?

7.2. В ячейке C3 записана формула =B3-B2. Её протянули вниз до C8. Какая формула окажется в ячейке C6? Сколько ячеек в диапазоне B2:B31 ?

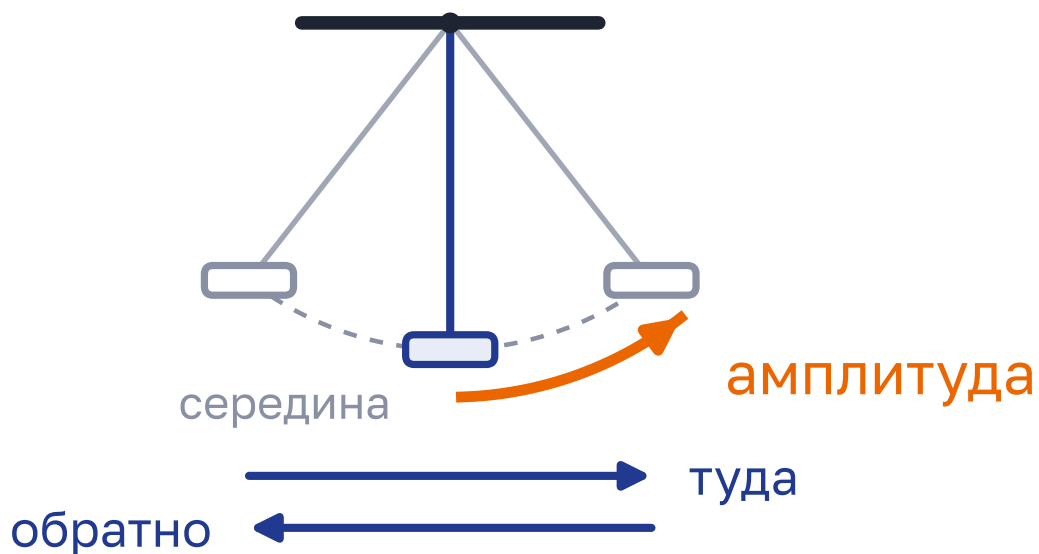
7.3. Датчик CO₂ выдал пять показаний: 910, 940, 0, 980, 1010 ppm. Ноль – сбой при переподключении провода. Найди среднее без сбоя и медиану всех пяти чисел.

7.4. Среднее пяти измерений пульса было 84 уд/мин. После шестого измерения среднее стало 86 уд/мин. Каким было шестое измерение?

Свет, звук и колебания в медицине



Врач прикладывает к груди стетоскоп, медсестра водит по животу датчиком УЗИ, браслет на руке мигает зелёным огоньком – и никто из них не делает ни одного укола. Все трое работают на колебаниях: звуке, ультразвуке и свете. А в конце главы – рычаги: почему бицепс тянет с силой в сотни ньютонов, когда в руке лёгкая гантель, и как сервопривод сгибает палец бионической руки. На отборе такая задача – короткая история с прибором или с телом, а в ответ вводится одно число.



туда и обратно – один период, например 2 с

Рисунок 8.1 – Качели: взмах туда и обратно – один период, самое дальнее отклонение от середины – амплитуда

Качели раз за разом возвращаются в ту же точку за одно и то же время. Всё, что так качается, называют колебанием.

Запомни. $f = 1:T$, $T = 1:f$, число колебаний $N = f \cdot t$. Килогерцы в паре с миллисекундами, мегагерцы – с микросекундами: 4 кГц – период 0,25 мс, 5 МГц – 0,2 мкс.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 8.2 – Мембрана динамика толкает воздух. Сгущения бегут к уху, а каждая частичка воздуха только качается на месте

Как волна на трибуне стадиона: болельщики только встают и садятся, а волна обегает весь стадион.

Запомни. Звук – бегущие сжатия воздуха, воды или тела. Высота – это частота, громкость – амплитуда. Слышим примерно от 20 до 20 000 Гц, выше – ультразвук. Скорость звука: в воздухе около 340 м/с, в мягких тканях около 1540 м/с. Длина волны $\lambda = v : f$.

НА ПАЛЬЦАХ

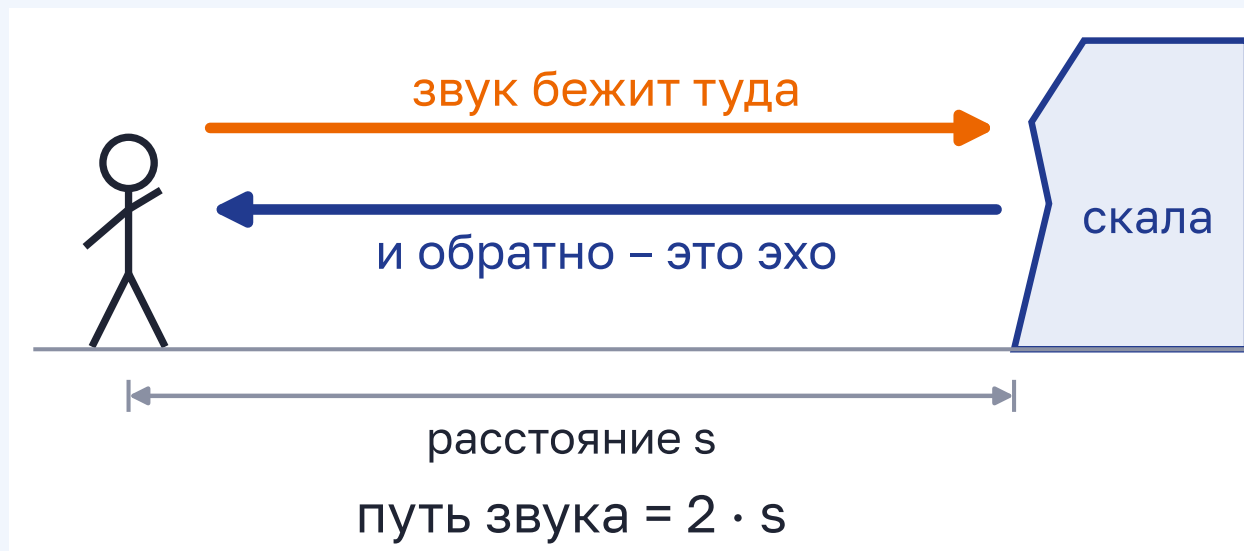


Рисунок 8.3 – Крикнул в сторону скалы – звук добежал до неё и вернулся. Эхо шло туда и обратно

Звук пробежал два расстояния до скалы. Поэтому время эха делят пополам.

Запомни. Расстояние по эху $s = v \cdot t : 2$ – звук шёл туда и обратно. В теле 1,54 мм за микросекунду, и каждый сантиметр глубины даёт около 13 мкс задержки. В воздухе дальномер: сантиметры = микросекунды $\cdot 0,034 : 2$.

Запомни. Свет – волна, которой не нужен воздух, скорость около 300 000 км/с. Цвет – это длина волны: красный длиннее синего, инфракрасный ещё длиннее и глазу не виден. Ткани пропускают красный и ИК лучше, чем зелёный и синий. Каждый слой половинного ослабления делит свет пополам.

Запомни. 1 кг весит около 10 Н. Правило рычага: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, плечо меряют от опоры. Несколько сил поворачивают в одну сторону – складываем их моменты. Мышцы крепятся близко к суставам: тянут сильнее груза, зато двигают руку быстро и далеко.

Запомни. Нить на диске: $s = \alpha : 360 \cdot 2\pi r$. Сигнал сервоприводу – 50 импульсов в секунду (период 20 мс), угол задаёт длина импульса. Больше радиус качалки – длиннее ход нити, но меньше сила.

Разбор для старта

Задача 8.1 Камертон невролога

разминка · частота и период, миллисекунды, число колебаний

Врач-невролог проверяет, чувствует ли человек вибрацию. Он ударяет камертоном – металлической вилкой, которая звенит одним тоном, – и ставит его ножку на косточку у запястья. Частота камертона 128 Гц. а) Сколько миллисекунд длится одно колебание? Округли до десятых. б) Сколько колебаний сделает камертон за 4 с? Считай, что частота всё это время не меняется.

Дано: $f = 128$ Гц; $t = 4$ с.

Найти: T (в мс) – ?, N – ?

Решение

Шаг 1. Период в секундах. Одно колебание длится $T = 1 : f = 1 : 128 = 0,0078125$ с.

Шаг 2. Переводим в миллисекунды. В секунде 1000 мс: $0,0078125 \cdot 1000 = 7,8125$ мс. До десятых – 7,8 мс.

Шаг 3. Число колебаний. За каждую секунду камертон качнётся 128 раз, за 4 с – в 4 раза больше: $N = f \cdot t = 128 \cdot 4 = 512$.

Проверим обратным ходом: 512 колебаний по 7,8125 мс – это $512 \cdot 7,8125 = 4000$ мс, те самые 4 с.

 **Типичная ошибка.** Записать «период 128 мс», просто переписав частоту. Но период – время одного колебания, и чем чаще камертон дрожит, тем период короче: сто с лишним колебаний в секунду никак не поместятся, если каждое тянется по 128 мс. Вторая ошибка – ввести 0,0078, хотя просили миллисекунды.

Ответ: а) 7,8 мс; б) 512.

Своя задача по программе сферы, модуль 3

Проверь себя

8.1. Датчик аппарата УЗИ работает на частоте 4 МГц. а) Сколько микросекунд длится одно колебание? б) Сколько колебаний он сделает за 1 мс?

8.2. Пульсоксиметр у кровати больного на каждый удар сердца издаёт короткий писк: звук частотой 2 кГц длительностью 50 мс. а) Каков период этого звука в миллисекундах? б) Сколько колебаний укладывается в один писк?

8.3. Для УЗИ печени взяли датчик частотой 3,5 МГц. Скорость звука в тканях 1540 м/с. Найди длину волны в миллиметрах, округли до сотых.

8.4. Врачу нужно, чтобы длина волны ультразвука в тканях была 0,22 мм. Скорость звука в тканях 1540 м/с. На какой частоте должен работать датчик? Ответ в мегагерцах.

Ответы и решения

Сначала реши задачу сам и только потом сверяйся. Не сошлось – найди в решении шаг, на котором твой путь разошёлся с нашим.

К главе 1. Тело человека как система сигналов

1.1. Ответ: 1 – В, 2 – Б, 3 – А, 4 – Г, 5 – Д.

1.2. Ответ: 1 – В, 2 – А, 3 – Б, 4 – Д, 5 – Г, 6 – Е (лишний – Ж).

Подсказка: мышца только тянет, поэтому из деталей ей подходит лебёдка с тросом, а вентилятор – это скорее лёгкие, которых в списке нет.

1.3. Ответ: 2346.

Подсказка: утверждение 1 ломает лёгочная артерия, утверждение 5 – само назначение клапанов.

1.4. Ответ: БГЕАДВ.

К главе 2. Пульс и сердце: считаем по графику

2.1. Ответ: 76 уд/мин.

2.2. Ответ: 30 ударов.

Подсказка: задача обратная: 90 ударов за 60 с, а 20 с – треть минуты.

2.3. Ответ: 125 уд/мин.

2.4. Ответ: 500 мс; 2 Гц.

К главе 3. Мышцы и мозг: ЭМГ и ЭЭГ

3.1. Ответ: 200.

3.2. Ответ: а) нет; б) 105.

Подсказка: при сжатии огибающая теперь опускается до 150 – это ниже старого порога 200.

3.3. Ответ: 4.

3.4. Ответ: 10 Гц, альфа (вариант 3).

Подсказка: сначала найди период: 25 отсчётов по 1/250 с каждый.

К главе 4. Сигналы и обработка данных

4.1. Ответ: размах 164; амплитуда 82.

4.2. Ответ: наибольшее 620, наименьшее 380; размах 240.

Подсказка: задача обратная: от среднего уровня отложи амплитуду вверх и вниз.

4.3. Ответ: 4 мс; 3000 отсчётов.

4.4. Ответ: 40 Гц.

Подсказка: нужно больше $2 \cdot 13 = 26$ отсчётов в секунду, а 25 чуть-чуть не хватает.

К главе 5. Электричество и датчики

5.1. Ответ: 3 мА.

5.2. Ответ: 1,5 кОм.

Подсказка: сначала найди общее сопротивление цепи по закону Ома, потом вычти известный резистор.

5.3. Ответ: 290 Ом; взять 330 Ом.

5.4. Ответ: а) 30 мА; б) нет; в) 220 Ом.

К главе 6. Программирование: Arduino и машины состояний

6.1. Ответ: 33.

6.2. Ответ: 11221.

Подсказка: иди от 49 назад: оно нечётное, значит, последней была команда «прибавь 5».

6.3. Ответ: Б, В, Г, Д, А.

6.4. Ответ: 3.

Подсказка: в варианте 4 `delay(0.5)` – это ноль миллисекунд, а не полсекунды.

К главе 7. Таблицы, графики и статистика

7.1. Ответ: среднее 83 уд/мин; размах 18 уд/мин.

7.2. Ответ: =B6-B5 ; 30 ячеек.

Подсказка: от C3 до C6 формула съехала на три строки вниз – оба адреса тоже.

7.3. Ответ: среднее без сбоя 960 ppm; медиана 940 ppm.

7.4. Ответ: 96 уд/мин.

Подсказка: задача обратная: сумма шести ($86 \cdot 6$) минус сумма пяти ($84 \cdot 5$).

К главе 8. Свет, звук и колебания в медицине

8.1. Ответ: а) 0,25 мкс; б) 4000.

8.2. Ответ: а) 0,5 мс; б) 100.

8.3. Ответ: 0,44 мм.

8.4. Ответ: 7 МГц.

Подсказка: задача обратная – $f = v : \lambda$, а длину волны сначала переведи в метры: 0,22 мм = 0,000 22 м.

Всё, что может понадобиться под рукой во время решения: числа и нормы, которые используются в книге, перевод единиц, формулы и правила из глав, мини-шпаргалки по Arduino, машинам состояний, симулятору, таблицам и Python, словарь и все «Запомни» из глав на нескольких страницах.

Шпаргалка: всё «Запомни» из глав

Глава 1. Тело человека как система сигналов

Запомни. Орган делает свою работу, система органов – общее дело. Инженерная «карта» тела: органы чувств – датчики, нервы – провода, мозг – контроллер, мышцы – моторы, сердце с сосудами – насос с трубами, лёгкие – вентиляция.

Запомни. Артерия – от сердца, вена – к сердцу, и сколько в крови кислорода, здесь неважно. Правая половина сердца – кровь бедная кислородом, левая – богатая. Объём за минуту = ударный объём · ЧСС.

Запомни. Вдох делают мышцы, главная из них – диафрагма, спокойный выдох идёт сам. В альвеолах кислород уходит в кровь, углекислый газ – в воздух. Углекислого газа в выдохе примерно в 100 раз больше, чем во вдохе.

Запомни. Дендриты принимают, аксон передаёт, по нейрону сигнал идёт в одну сторону. Нерв – пучок аксонов. Безусловный рефлекс есть с рождения, условный вырабатывается. Миелин ускоряет сигнал.

Запомни. Мышца только тянет, поэтому мышцы работают парами. Бицепс сгибает руку в локте, трицепс разгибает. Сильнее напряжение – больше амплитуда ЭМГ, расслабленная мышца – почти ровная линия.

Запомни. Рецептор превращает свет, звук, запах или касание в нервные импульсы, а ощущение складывается в мозге. Колбочки – цвет, палочки – сумерки. В ухе два датчика: улитка – звук, вестибулярный аппарат – равновесие.

Запомни. Внутри клетки в покое около -70 мВ; нервный импульс – всплеск примерно до $+30$ мВ длиной около 1 мс. На коже: ЭКГ – около 1 мВ, ЭМГ – от десятков микровольт до нескольких милливольт, ЭЭГ – десятки микровольт. $1 \text{ мВ} = 1000 \text{ мкВ}$.

Запомни. ЭКГ – сердце, ЭМГ – мышцы, ЭЭГ – мозг: это электричество самого тела, его ловят электроды. Пульс на пальце – свет, дыхание – растяжение груди или CO_2 у носа: здесь датчик сам делает электрический сигнал из неэлектрического.

Глава 2. Пульс и сердце: считаем по графику

Запомни. ЧСС – удары за минуту. Считал 15 секунд – умножь на 4, считал 30 – умножь на 2, в общем случае $\text{ЧСС} = N \cdot 60 / t$. Спокойный пульс школьника – примерно 70–100 уд/мин.

Запомни. $\text{ЧСС} = 60 : T$, где T – в секундах, или $60\,000 : T$, где T – в миллисекундах. Короче интервал – чаще пульс. Уд/мин в герцы – раздели на 60.

Запомни. N пиков – $N - 1$ промежутков. Средний интервал = (время последнего пика – время первого) : $(N - 1)$. На ЭКГ считаем зубцы R, на пульсовой волне – только высокие пики, без вторых горбиков.

Запомни. «На сколько» – вычитаем, «во сколько раз» – делим, «на сколько процентов» – прибавку делим на значение «до». Пульс падает после нагрузки – «до» равно самому высокому значению.

Запомни. Минутный объём = ударный объём · ЧСС. Ударный объём в миллилитрах даёт ответ в миллилитрах, для литров раздели на 1000.

Запомни. Оптический датчик – светодиод плюс фотоприёмник. Удар – в сосудах больше крови – света до приёмника доходит меньше. Пики на графике – удары, время между пиками даёт пульс.

Глава 3. Мышцы и мозг: ЭМГ и ЭЭГ

Запомни. ЭМГ ловит сразу сотни волокон, поэтому она «лохматая» и без чётких пиков. Сильнее напряг мышцу – шире полоса. Огибающая рисует ширину полосы одной плавной линией: по ней и работают все программы этой главы.

Запомни. Порог ставят между покоем и сжатием: выше самого большого значения в покое и ниже самого маленького при сжатии, лучше посередине. Срабатывания считают по переходам через порог снизу вверх. Сигнал дрожит у порога – бери два порога: включать по верхнему, выключать по нижнему.

Запомни. Пропорциональное управление:

$\text{угол} = (\text{огibaющая} - \text{покой}) \cdot 180 : (\text{сжатие} - \text{покой})$. Arduino-команда `map` отбрасывает дробную часть, а `constrain` не пускает угол за 0 и 180°. В мио-армрестлинге смотрят на разность двух сигналов, а маленькую разность гасит мёртвая зона.

Запомни. Альфа – примерно 8–13 Гц, покой с закрытыми глазами. Бета – примерно 13–30 Гц, внимание и работа. Частота: $f = N : t$ (волны за время) или $f = 1 : T$ (через период в секундах). Открыл глаза или задумался – альфа слабеет.

Запомни. БОС – человек видит свой биосигнал и учится им управлять. Петля: датчик → обработка → экран → человек → датчик. В задачах про тренажёр иди по секундам по порядку и сверяйся с условием: «меньше» там или «не меньше», может ли ракета уйти ниже земли.

Глава 4. Сигналы и обработка данных

Запомни. Сигнал – то, что меняется и этим несёт сообщение. Шум – лишнее, что к нему примешалось: движение, моргание, наводка от сети 50 Гц, плохой контакт. Датчик пишет сумму того и другого.

Запомни. Размах = максимум – минимум. Амплитуда – половина размаха, средний уровень – середина между максимумом и минимумом. Период – секунды на одно колебание, частота – колебания за секунду: $f = 1 : T$.

Запомни. Отсчёт – одно измерение. Частота дискретизации – отсчётов за секунду. Шаг $\Delta t = 1: f_d$, отсчётов за время $t: n = f_d \cdot t$. Измерять надо чаще, чем $2f$, где f – самые быстрые колебания, которые нужно сохранить.

Запомни. Срабатывание – сигнал был не выше порога и стал выше. Один пик – одно срабатывание, сколько бы отсчётов он ни занимал. Время выше порога = число отсчётов выше порога · шаг. Равное порогу значение считается или нет – решает условие («выше» – не считается, «не меньше» – считается). Частота по номерам отсчётов: разница номеров делится на f_d – получаются секунды.

Запомни. Скользящее среднее: окошко из k чисел едет по ряду, каждое положение даёт одно среднее, и его пишут под средней точкой окошка (для окна 3 – сама точка и соседи слева и справа). Из n чисел получается $n - k + 1$, на краях средних нет. Шире окошко – глаже линия, ниже пики; окно «по последним» ещё и запаздывает.

Запомни. Спектр – из каких частот сложен сигнал и сколько каждой. Фильтр низких частот пропускает медленное и гасит быстрое, высоких – наоборот, полосовой оставляет полосу. Скользящее среднее – простейший фильтр низких частот.

Запомни. Бит – одна двоичная цифра, b бит дают 2^b уровней, 10 бит – 1024 (от 0 до 1023). Поток = каналы · бит на отсчёт · отсчётов в секунду. 1 байт = 8 бит, 1 Кбайт = 1024 байта.

Глава 5. Электричество и датчики

Запомни. Ток идёт только по замкнутой цепи. Напряжение U – «напор», в вольтах (В). Сила тока I – «сколько течёт», в амперах (А) и миллиамперах: 1 А = 1000 мА.

Запомни. Закон Ома: $I = U:R$, $U = I \cdot R$, $R = U:I$. Подставляй вольты, амперы и омы. Последовательно стоящие сопротивления складываются.

Запомни. Светодиод – только с резистором. $R = (U_{\text{пит}} - U_{\text{св}}):I$, ток – в амперах. Из набора бери ближайший **больший** номинал.

Запомни. Датчик переводит величину (свет, тепло, нажатие, биосигнал) в напряжение. Если датчик меняет сопротивление, к нему добавляют резистор. Биосигналы крошечные – перед платой их усиливают: $U_{\text{вых}} = K \cdot U_{\text{вх}}$.

Запомни. $U_{\text{вых}} = U \cdot R_2 : (R_1 + R_2)$, где R_2 – резистор между выходом и GND. Одинаковые резисторы делят напряжение пополам.

Запомни. `analogRead` : 0 В → 0, 5 В → 1023, ступенька около 4,9 мВ. Из числа в вольты: $U = N \cdot 5 : 1023$. Из вольт в число: $N = U \cdot 1023 : 5$.

Запомни. $t = C : I$: ёмкость в мА·ч делим на ток в мА – получаем часы. Если ток меняется, сначала найди средний ток.

Глава 6. Программирование: Arduino и машины состояний

Запомни. Алгоритм – шаги по порядку, исполнитель – тот, кто их выполняет и умеет только свои команды. Программу для учебного исполнителя проверяй прогоном: выпиши число после каждой команды. Ищешь программу – иди от конца к началу.

Запомни. `=` кладёт в переменную, старое значение пропадает. Целое делим на целое – получаем целое, дробь отбрасывается: $82 / 4$ даёт 20. `%` – остаток: $82 \% 4$ даёт 2.

Запомни. `if (вопрос) { ... } else { ... }` – развилка на две дороги. `==` сравнивает, `=` кладёт. В цепочке `if ... else if ... else` срабатывает только первая подходящая ветка. Внимательно смотри на границу: > 100 и ≥ 100 по-разному поступают с числом 100.

Запомни. `for` – повторить заданное число раз, `while` – повторять, пока условие верно. Условие проверяется перед каждым кругом: когда оно стало ложным, цикл заканчивается сразу. Чтобы узнать, что выведет цикл, води трассировку.

Запомни. `setup()` – один раз, `loop()` – по кругу. `digitalWrite` – только HIGH (5 В) или LOW (0 В), `analogRead` – число от 0 до 1023. Время у Arduino в миллисекундах. Длительность круга `loop()` – сумма всех `delay` в нём.

Запомни. «При запуске» = `setup()` , «повторять всегда» = `loop()` , скоба «если – иначе» = `if ... else` . Что стоит внутри скобы, в тексте стоит внутри фигурных скобок. В тексте время – в миллисекундах.

Запомни. Машина состояний: в каждый момент одно состояние, переходы по событиям, условие в квадратных скобках решает, сработает ли стрелка. В коде – переменная `state` и цепочка `if ... else if` в `loop()` , время – через `millis()` - `start` , а не через `delay` .

Глава 7. Таблицы, графики и статистика

Запомни. Адрес – латинская буква столбца и номер строки. Формула начинается с `=` . `B2:B6` – ячейки с B2 по B6, обе включены, всего 5. Протянул формулу вниз – адреса в ней съехали на столько же строк.

Запомни. Среднее = сумма : количество, и оно всегда между минимумом и максимумом. Размах = максимум – минимум. Медиана – середина упорядоченного ряда, её сбой почти не сдвигает. Убрал число из ряда – дели на новое количество.

Запомни. Сравнивая дроби, уравнивай число знаков нулями: $0,30 > 0,29$. Миллисекунды → секунды: делим на 1000. Округляют по первой отброшенной цифре (5 и больше – вверх) и только в самом конце.

Запомни. $1\% = 10\,000\text{ ppm}$. На улице чуть больше 400 ppm, в задачах берут 400. Доля измерений выше порога = (сколько выше : сколько всего) $\cdot 100$. «На сколько процентов больше» считают от того, с чем сравнивают: от порога, от начального значения.

Запомни. Сначала оси: что отложено, в каких единицах, сколько стоит клетка и с какого числа начинается ось. Потом уже линия. Скорость изменения = изменение : время.

Запомни. Общее среднее нескольких групп – через суммы: среднее $\cdot$ количество, суммы сложить, поделить на общее количество. Верный вывод опирается только на данные из таблицы и не говорит «каждый», если в таблице «в среднем».

Глава 8. Свет, звук и колебания в медицине

Запомни. $f = 1:T$, $T = 1:f$, число колебаний $N = f \cdot t$. Килогерцы в паре с миллисекундами, мегагерцы – с микросекундами: 4 кГц – период 0,25 мс, 5 МГц – 0,2 мкс.

Запомни. Звук – бегущие сжатия воздуха, воды или тела. Высота – это частота, громкость – амплитуда. Слышим примерно от 20 до 20 000 Гц, выше – ультразвук. Скорость звука: в воздухе около 340 м/с, в мягких тканях около 1540 м/с. Длина волны $\lambda = v:f$.

Запомни. Расстояние по эху $s = v \cdot t:2$ – звук шёл туда и обратно. В теле 1,54 мм за микросекунду, и каждый сантиметр глубины даёт около 13 мкс задержки. В воздухе дальнометр: сантиметры = микросекунды $\cdot 0,034 : 2$.

Запомни. Свет – волна, которой не нужен воздух, скорость около 300 000 км/с. Цвет – это длина волны: красный длиннее синего, инфракрасный ещё длиннее и глазу не виден. Ткани пропускают красный и ИК лучше, чем зелёный и синий. Каждый слой половинного ослабления делит свет пополам.

Запомни. 1 кг весит около 10 Н. Правило рычага: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, плечо меряют от опоры. Несколько сил поворачивают в одну сторону – складываем их моменты. Мышцы крепятся близко к суставам: тянут сильнее груза, зато двигают руку быстро и далеко.

Запомни. Нить на диске: $s = \alpha:360 \cdot 2\pi r$. Сигнал сервоприводу – 50 импульсов в секунду (период 20 мс), угол задаёт длина импульса. Больше радиус качалки – длиннее ход нити, но меньше сила.

Об авторе-составителе



Артём Осиновский

Методист и разработчик детского технопарка «Кванториум» (Новосибирск). Придумывает образовательные программы и сам делает для них цифровые инструменты: платформу смены «Миссия на Луну» для фестиваля «Технопром-2026», сайт с памятками НТО Юниоры для Новосибирской области. Эту книгу собрал для школьников области, чтобы к отбору можно было подготовиться самостоятельно – даже без кружка рядом с

домом.

Нашли ошибку – пишите на osinovsky.aa@kvantorium54.ru (рабочая почта): сфера, версия книги и страница. По другим вопросам и проектам – личная: artem081033@gmail.com.