



НТО ЮНИОРЫ 2026/27 · СФЕРА

Кибертех

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

Кибертех

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 «Кибертех» 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	15
Родителям и наставникам	15
Честно об этой книге	16
Глава 1 Что такое киберфизическая система	17
Глава 2 Сигнал и его параметры	22
Глава 3 Разложение сигнала: спектр и фильтры	26
Глава 4 Кодирование и системы счисления	31
Глава 5 Модуляция и каналы связи	35
Глава 6 ПРИМС: машины состояний в Кибериаде	40
Глава 7 Управление КиберМишкой	45
Глава 8 Математика киберфизика	51
Ответы и решения	55
Справочник	58
Шпаргалка: всё «Запомни» из глав	58

Как устроена эта книга

Эта книга – тренажёр для отборочного этапа сферы «Кибертех» 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. Покупать КиберМишку и паять ничего не придётся: большая часть задач решается в тетради, а остальное – в электронной таблице и в бесплатной Кибериаде IDE со встроенным симулятором.

Для кого эта книга

- Для школьников **5–7 классов**, которые выбрали (или думают выбрать) сферу «Кибертех».
- Для тех, кто **ещё не проходил** физику в школе и ни разу не программировал. Что такое частота, чем бит отличается от байта, зачем роботу «состояния» – всё объясняем с первого шага.
- 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: пробные задания в личном кабинете
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: у каждой сферы свой день, один на всю страну

- Отбор проходит **дома, онлайн, с компьютера**. Задания открываются в личном кабинете на my.ntcontest.ru и решаются на платформе «Орбита» (orbita.education). Заходи туда только кнопкой из личного кабинета. Каждый решает сам за себя.
- Проверяет компьютер. Ответ – это число, строка из цифр выбранных вариантов или короткий код. На задачу даётся от трёх до пяти попыток ввода, и каждая неверная снимает 30 % балла за эту задачу. Ответ засчитан, только когда нажата кнопка «Отправить», а не «Сохранить».
- На вебинаре для наставников в сентябре 2026 года разработчики сферы объяснили, как всё связано. К отбору готовит первая часть курса: введение в киберфизику, физика

сигнала, разложение сигнала, кодирование и модуляция и два модуля про ПРИМС. Все они открываются до начала отбора. Задания и симуляторы на отборе те же, что в курсе: схему собирают в Кибериаде IDE с её симуляторами, а решение загружают в проверочную систему. Поэтому книга идёт по программе сферы.

- В курсе есть задачи, где сигнал приходит таблицей чисел. Его надо обработать в Excel или другой электронной таблице и ввести, что получилось. Таблицы есть и в списке того, что пригодится на отборе, так что без них не обойтись.
- Координатор сферы советует **пройти обе попытки**. В первой ты осваиваешься: где что нажимать, как выглядят задания. Во второй уже решаешь на результат. Засчитают лучшую, так что потерять нечего.
- За тест бесплатного курса своей сферы дают **+5 баллов** к отбору. Курс «Кибертех» – academy.junior.online/event/cybertech_junior, вход через «Талант». Бонус нужно включить самому в личном кабинете («Мои привилегии») до конца отбора. Учти две вещи. После того как бонус применён, сферу уже не поменять. И бонус засчитают, только если за задания ты набрал больше нуля.
- С 1 по 20 октября у сферы проходит открытый урок «Как найти аномалию в сообщении» (talent.kruzhok.org, материалы открываются после заявки). Тема близка к нашим главам 4 и 5.
- Финал – **командный** и очный. Главная часть, по которой составляют рейтинг, – задачи на компьютерах в симуляторах: команда настраивает передачу сообщения сразу по двум каналам. В регионах, где есть оборудование, добавляют «железный» хакатон с настоящими КиберМишками, в остальных – командную игру.

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. Вот где это в книге:

Таблица В.2

Что пригодится на отборе	Главы и разделы
Как устроены киберфизические системы и датчики	1, раздел 7.3
Вычисления по формулам, величины и единицы	2, разделы 8.1–8.2
Работа с электронными таблицами	разделы 3.4 и 8.7
Системы счисления, обработка текста и картинок	4
Логика и комбинаторика: коды, биты, каналы	4, 5, разделы 8.5–8.6
Визуальная среда программирования, переменные и условия	6
Алгоритмы управления устройством	7
Уравнения, пропорции, дроби, проценты	разделы 8.3–8.4

Физики в этом списке нет, а сигнал – это физика: звук, свет, колебания. Поэтому всё физическое в главе 2 мы объясняем с нуля, на примерах из жизни.

Главу 1 прочитай первой: в ней появляются слова, на которых стоит вся книга. Главы 2, 3 и 5 идут цепочкой – сначала простой сигнал, потом сложный, потом как сигнал несёт сообщение. Главу 4 можно читать когда угодно, ей хватает тетради и карандаша. Главы 6 и 7 читай подряд и с компьютером: в них всё собирается в Кибериаде IDE. Глава 8 – общая математика для всех остальных; загляни в неё, как только споткнёшься о проценты или уравнение.

Как пользоваться книгой

В каждой главе теория и задачи идут вперемешку: после каждого разбора сразу стоят две похожие задачи «Реши сам». Приём закрепляется, пока он свежий, и не надо листать в конец главы.

1. **Теория.** Каждая новая тема начинается с большой картинки «на пальцах», потом идёт нормальное объяснение с формулами и рисунками. Самое нужное собрано в рамках «Запомни». Все «Запомни» из всех глав повторяются в конце книги, в шпаргалке.
2. **Разбираем задачи.** Задачи такого же вида, как на отборе, и к каждой – решение по шагам: что дано, что делаем и почему, где обычно ошибаются, какой ответ получился и можно ли ему верить.
3. **Реши сам.** Две задачи на тот же приём, но с другими числами и сюжетом. Вторая иногда с небольшим поворотом.
4. **Ответы** – в конце книги, в разделе «Ответы и решения». Там только ответ и иногда подсказка в одну строку, если в задаче есть подвох. 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 главное, один разбор и несколько задач «Реши сам». Её удобно пройти за неделю, а эту книгу держать под рукой как справочник.

У задач есть уровни, как в обычном задачнике. У трудных рядом с номером стоит звёздочка («задача 3*»): в них нужно несколько идей сразу, и они труднее, чем на отборе. Лёгкие, в одно действие, подписаны словом «разминка». Это уровни нашей книги, а не баллы олимпиады: сколько задач будет на отборе и сколько 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. «По мотивам задачи» – идею мы взяли из настоящей олимпиадной задачи, пересказали своими словами и поменяли числа. Задач прошлых лет у «Кибертех» почти нет в открытом доступе, поэтому своих задач в книге большинство. После демо-этапа мы сверим их с настоящим форматом отбора.

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 чём просят ответ: в герцах или килогерцах, в секундах или миллисекундах, в битах или байтах. Перепутать миллисекунды с секундами – верный способ потерять баллы за задачу, которую ты решил правильно.
- **Дробную часть** на сайте обычно отделяют **точкой**: `0.25`, а не `0,25`. В книге мы пишем по-русски, через запятую.
- **Двоичный или шестнадцатеричный код** вводи без пробелов и без приписок вроде `0b` или `0x`, если условие не просит иначе. Посмотри, нужны ли ведущие нули: код `00101101` и число `101101` – для проверяющей программы разные строки.
- **Номера вариантов** записывай подряд, без пробелов и запятых, если не сказано по-другому: `134`.
- **Округляй так, как сказано в условии**. Промежуточные результаты не округляй – только ответ.
- **Сколько бит нужно** – всегда целое число и всегда с округлением вверх. На 33 буквы пяти бит не хватит (это только 32 кода), нужно шесть.
- **Попытки ограничены**. Сначала реши на бумаге, проверь вычисления в таблице или схему в симуляторе Кибериады – и только потом вводи ответ.

Что понадобится

- Тетрадь в клетку, карандаш, линейка – графики сигналов удобно рисовать по клеточкам.
- Калькулятор. На компьютере с Windows есть встроенный калькулятор с режимом «Программист»: он сам переводит числа в двоичную и шестнадцатеричную системы. Им удобно проверять себя, но переводить научись и вручную – глава 4.
- Компьютер с интернетом. Для Кибериады IDE нужен компьютер, не планшет и не телефон: есть версии для Windows, Linux и macOS.
- **Кибериада IDE** – среда, где программу для КиберМишки рисуют схемой из состояний и стрелок. В неё встроен симулятор, так что настоящий КиберМишка для подготовки не нужен. Как поставить – в справочнике в конце книги.
- **Электронная таблица** – Excel или бесплатный LibreOffice Calc. В ней строят график сигнала и сглаживают его.
- **Python** – по желанию. Разработчики сферы говорят, что он не обязателен, но длинные ряды чисел в нём обрабатывать быстрее, чем в таблице. Хватит любого онлайн-интерпретатора.

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.1 – 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). В Кибертехе задачи курса решают в задачнике Кибериады на роботе «Садовник» (вход – из курса сферы, модуль 5): там свои компоненты – Движение, Цветы, Таймер, Сенсор, Компас, – а таймер срабатывает один раз, и его запускают заново. Порядок работы с диаграммой тот же, что ниже.

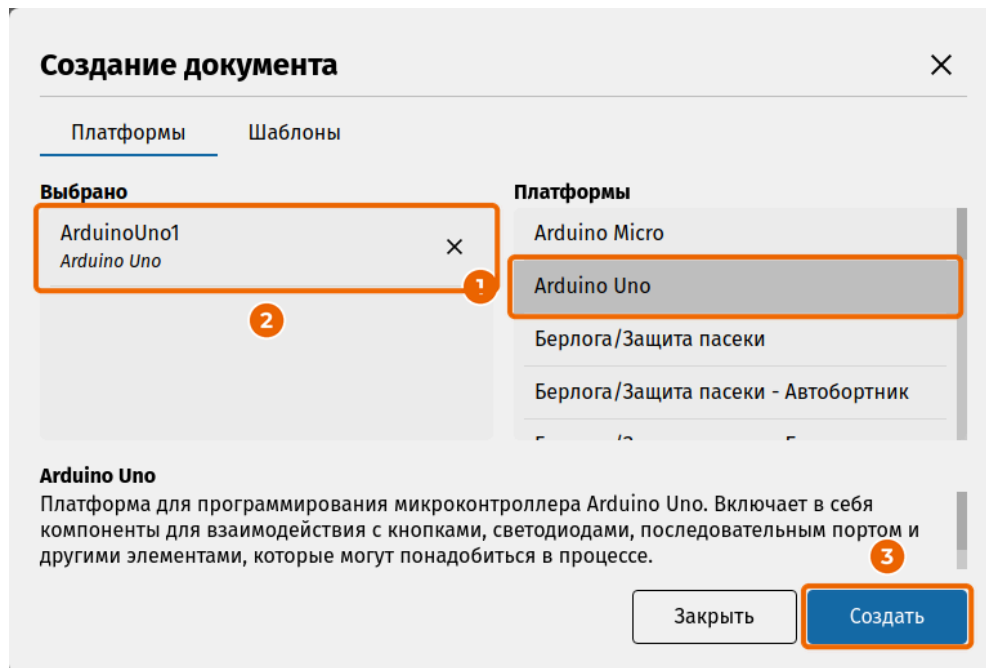


Рисунок В.2 – Выбор платформы для документа

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

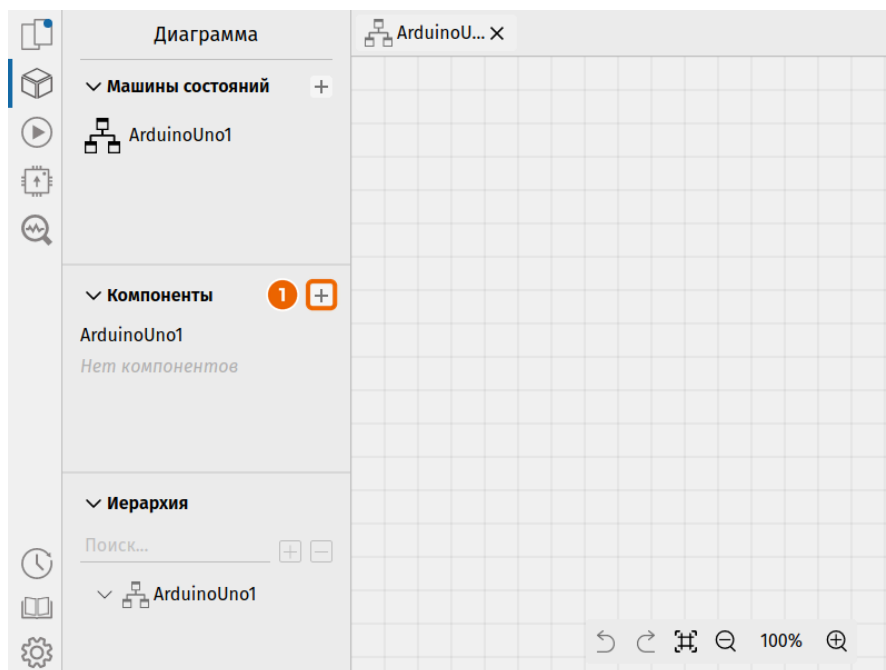


Рисунок В.3 – Окно диаграммы: плюс у «Компонентов»

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».

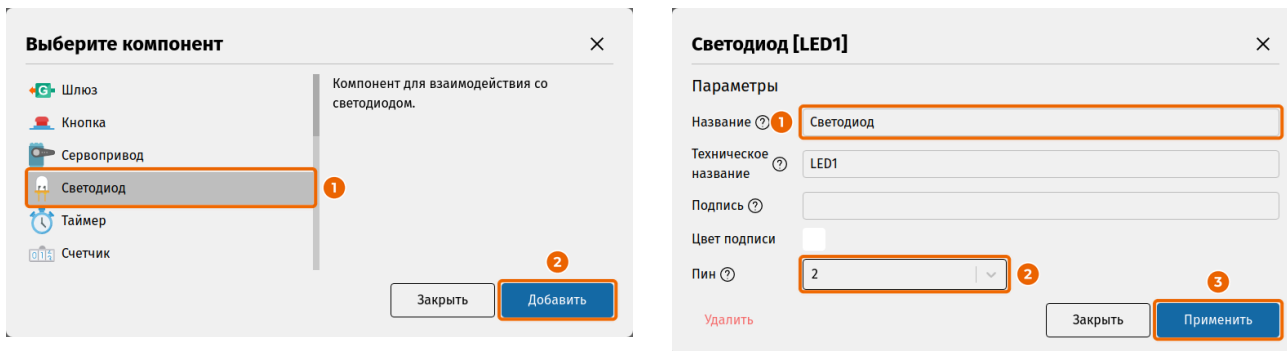


Рисунок В.4 – Новый компонент: слева – выбор «Светодиода», справа – его название и пин

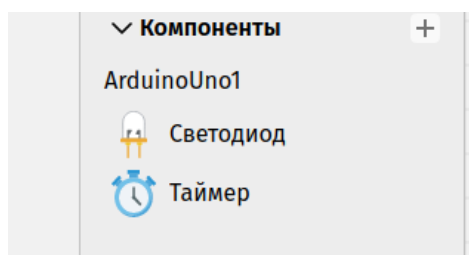


Рисунок В.5 – Оба компонента в списке

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.

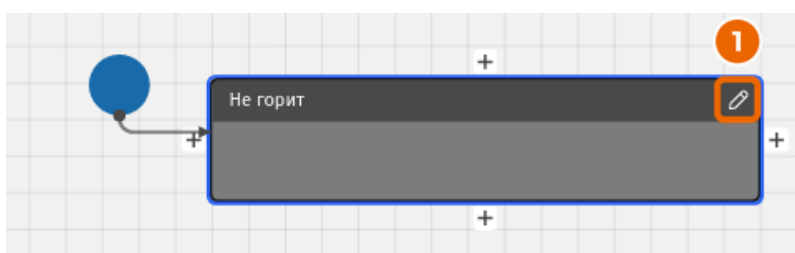


Рисунок В.6 – Новое состояние: карандаш – переименовать

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

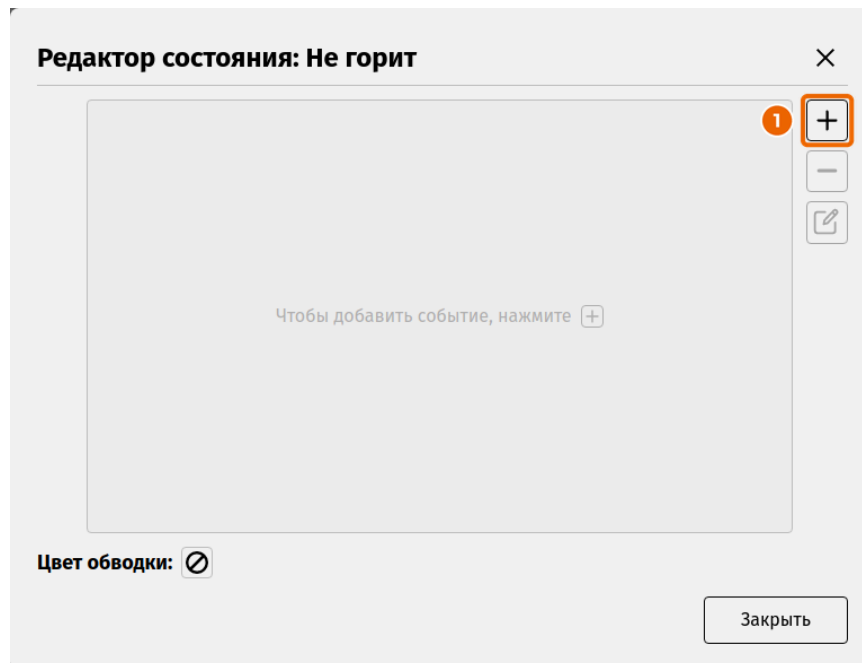


Рисунок В.7 – Редактор состояния

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).

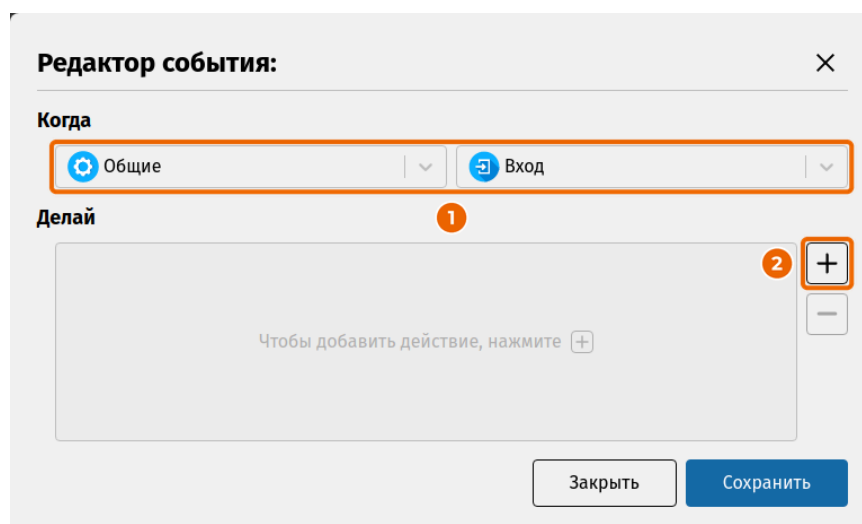


Рисунок В.8 – Редактор события: «Вход» и плюс у «Делай»

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

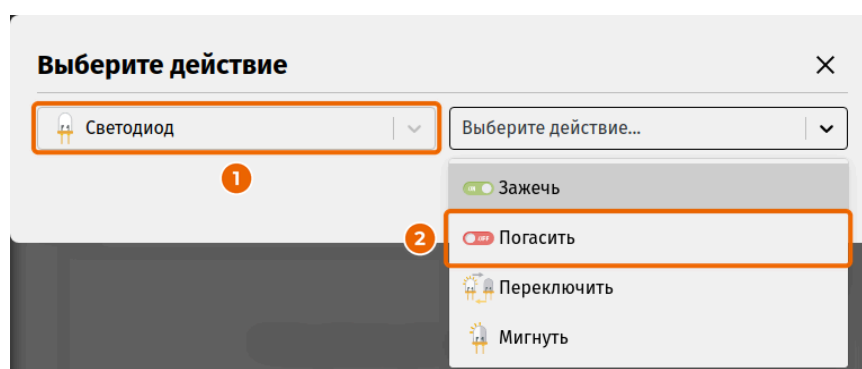


Рисунок В.9 – Действие «Светодиод – Погасить»

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.

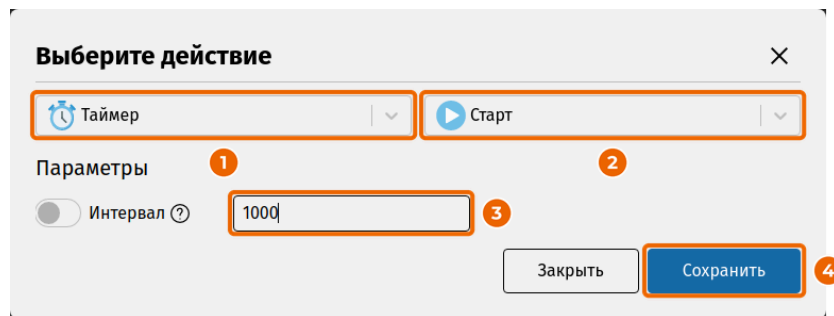


Рисунок В.10 – Действие «Таймер – Старт» на 1000 мс

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

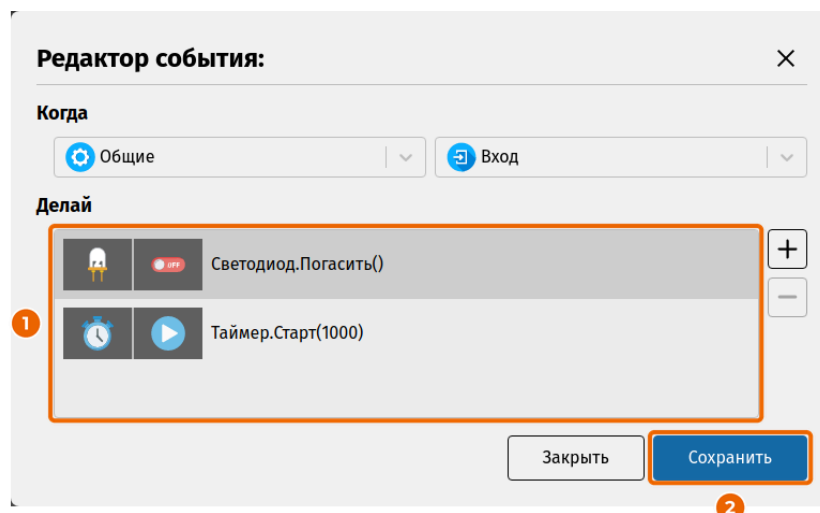


Рисунок В.11 – Событие «Вход» с двумя действиями

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.

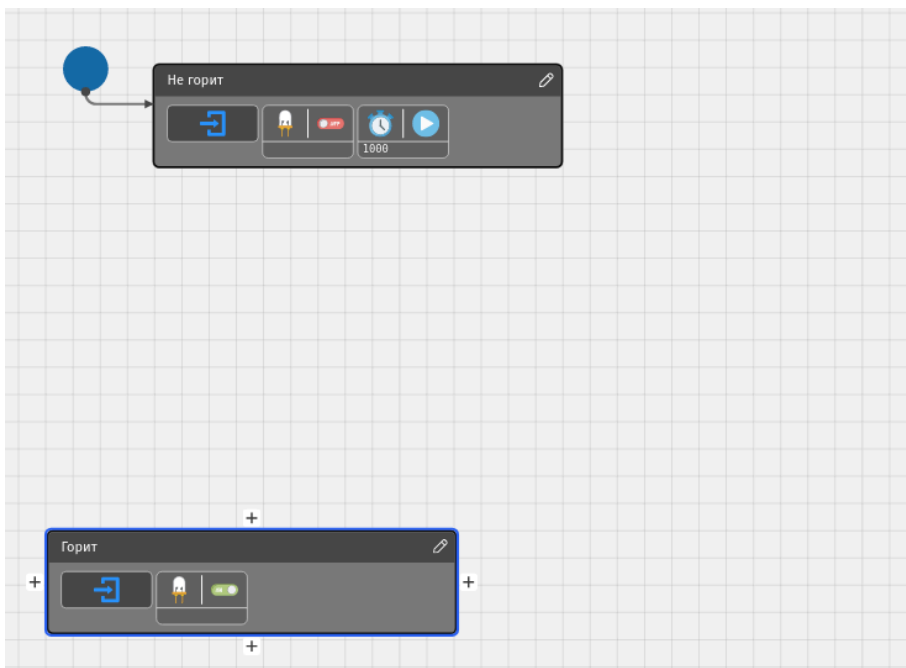


Рисунок В.12 – Два состояния готовы: на каждом видно, что оно делает при входе

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

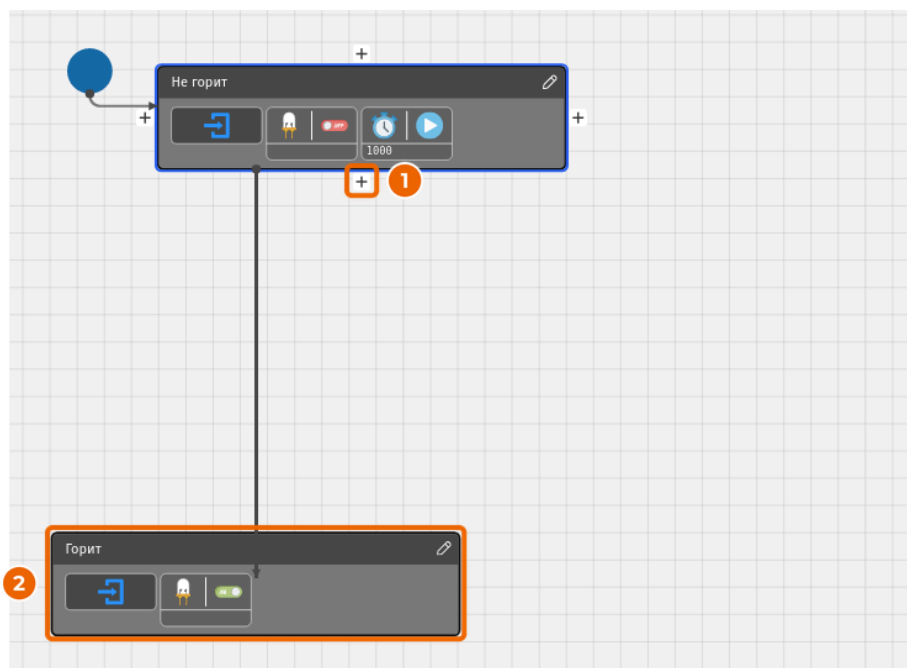


Рисунок В.13 – Тянем стрелку перехода

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).

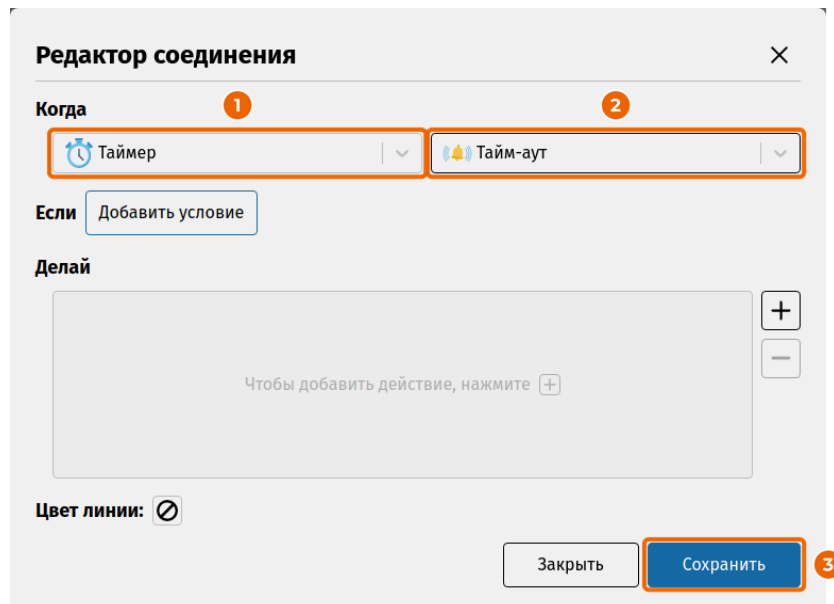


Рисунок В.14 – Переход по тайм-ауту таймера

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.

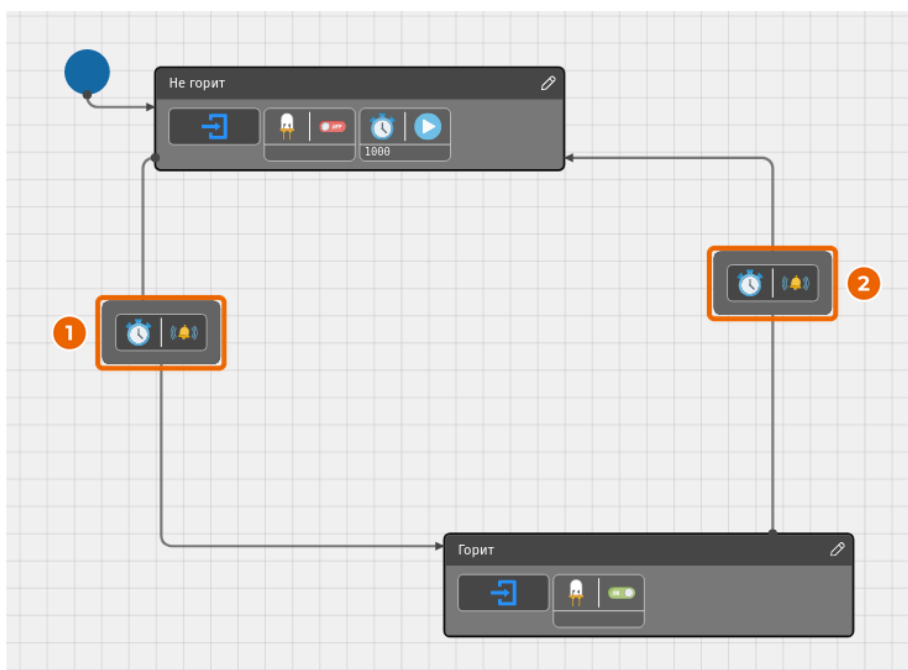


Рисунок В.15 – Готовая «мигалка»: переход «Не горит → Горит» (1) и обратный (2)

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.

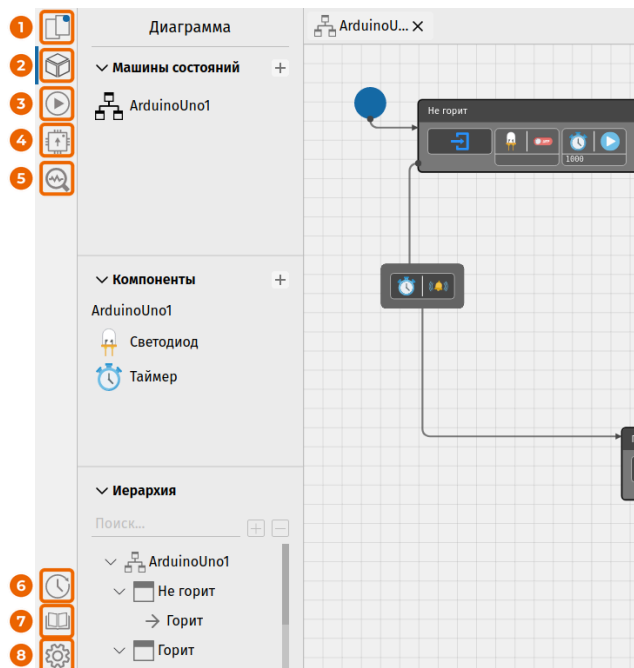


Рисунок В.16 – Значки левой панели

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.

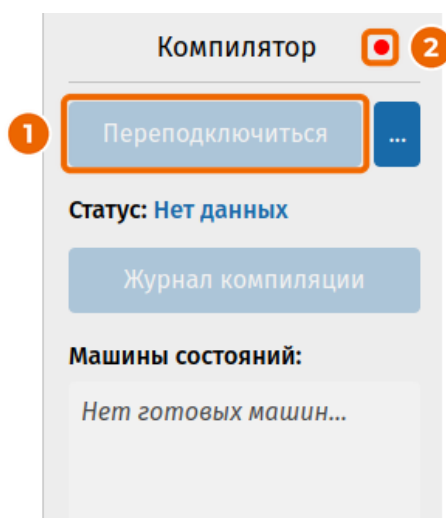


Рисунок В.17 – Панель «Компилятор»

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.

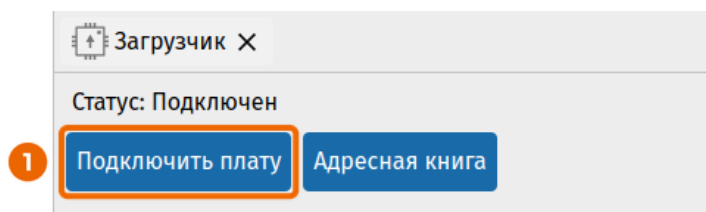


Рисунок В.18 – Панель «Загрузчик»

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.

План на месяц до отбора

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

- **Неделя 1 – главы 1–3.** Записаться на курс сферы, решить демо-задания, построить в таблице график сигнала и сгладить его.
- **Неделя 2 – главы 4–5.** Каждый день 3–4 задачи на переводы чисел и коды. Поставить Кибериаду IDE.
- **Неделя 3 – главы 6–7.** Собрать машины состояний из разборов и прогнать их в симуляторе.
- **Неделя 4 – глава 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 прошла неудачно, вернись к главам, где потерял баллы, и иди на вторую.

Родителям и наставникам

- **Помогайте разбираться, но не решайте за ребёнка.** Во время попытки подсказывать нельзя, иначе дисквалификация. А на командном финале сразу видно, кто разобрался сам. Лучше пусть ребёнок ошибётся на отборе и научится, чем попадёт в финал и растеряется там.
- **Поставьте Кибериаду IDE вместе, заранее.** При установке Windows может спросить разрешение на запуск и права администратора для драйверов. Ребёнку в одиночку это непросто, а в день отбора на это не должно уходить время.
- **Садитесь рядом на первых задачах курса.** Детей чаще всего останавливает не сложность, а «не ставится», «что-то зависло» или «непонятно, куда нажать». Разработчики честно говорят: курс местами сложнее школьной программы, и ребёнок сначала поймёт не всё. Ваша задача – подбодрить и предложить прочитать ещё раз, а не объяснить всё за него.
- **Чат сферы в MAX – для детей.** Разработчики просят взрослых писать не туда, а в отдельный контакт для родителей и наставников (ссылка goo.su/JY6uN из вводной пре-

зентации сферы).

- **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 задачам. 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 кружка «Киберфизика. Основы сигналов и управления» 2026/27, записям вебинаров сферы, инструкции к Кибериаде IDE и сборникам задач старших профилей НТО «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы». Задачи оттуда рассчитаны на 8–11 класс, поэтому мы брали только идеи и сильно упрощали.

«Кибертех» – новое имя сферы, которая в прошлом сезоне называлась «Технологии и киберфизические системы». Задания её отбора лежат на «Орбите» в закрытом архиве, и увидеть их можно только участникам того сезона. Поэтому большинство задач здесь наши, по программе сферы. С 1 октября откроется демо-этап – после него мы сверим книгу с настоящим форматом заданий и поправим, если что-то не совпадёт.

Кибериада IDE обновляется, а кнопки и окна от версии к версии могут меняться. Поэтому интерфейс мы описываем в общих чертах, а смысл – подробно: состояние, событие и переход останутся теми же. Точную инструкцию к своей версии смотри в справке программы (клавиша F1) и в курсе сферы.

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.

Что такое киберфизическая система



Фонарь у подъезда загорается, когда стемнеет. Автобус тормозит, если перед ним выскочила собака. Спутник сам поворачивает солнечные панели к Солнцу. Человек в этих историях не нужен: устройство само замечает перемену и само на неё отвечает. В главе – из каких частей собраны такие системы, как по ним бежит сигнал и сколько метров успевают проехать машина, пока автоматика думает. Формул почти нет. Зато много задач «разложи по полочкам»: найти роль каждой детали, расставить события по порядку, выбрать верные утверждения. Ответ – число или строка из цифр.

НА ПАЛЬЦАХ

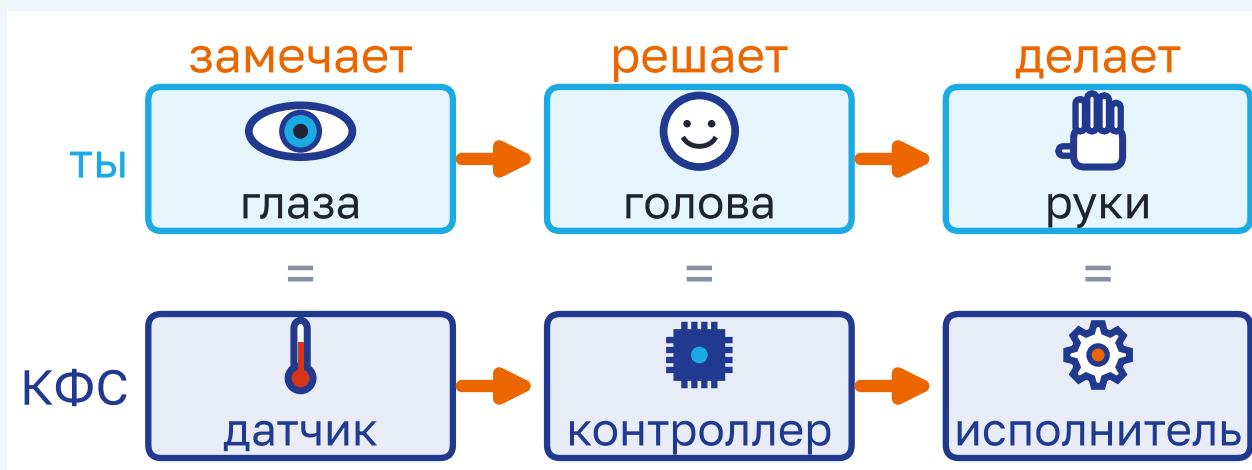


Рисунок 1.1 – Ты и автомат устроены похоже: есть чем замечать, чем решать и чем делать

Глаза – датчик, голова – контроллер, руки и ноги – исполнители. У автомата та же схема, только из проводов и моторов.

Запомни. В КФС всегда есть три роли: датчик, контроллер с прошивкой и исполнитель, и работают они с настоящим миром. Без датчиков система не узнает, что в мире что-то поменялось. Без исполнителей – узнает, но ничего не сможет с этим сделать.

НА ПАЛЬЦАХ

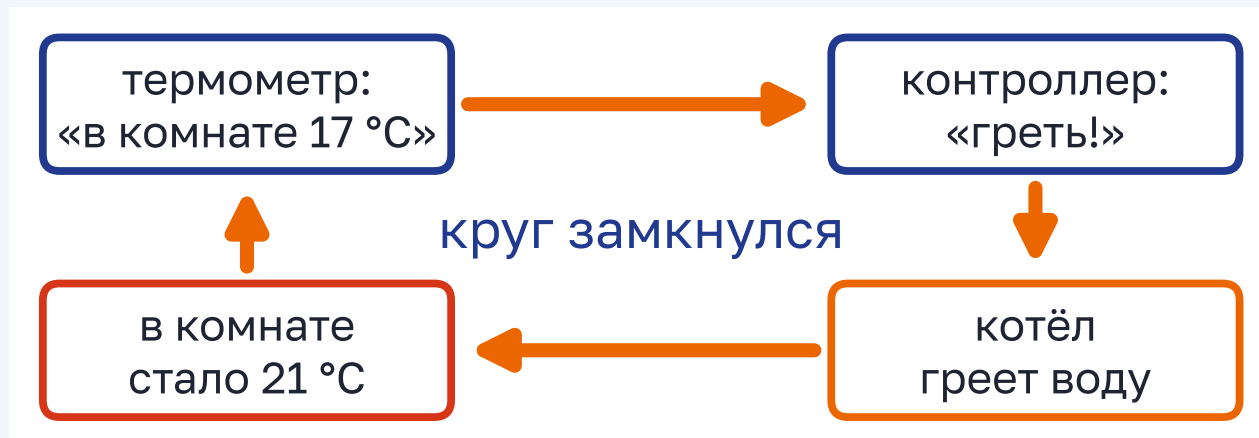


Рисунок 1.2 – Дача зимой: котёл греет дом, пока термометр не скажет «хватит»

Котёл нагрел комнату – термометр это заметил – контроллер выключил котёл. Остыло – всё сначала. Круг замыкается через сам дом.

Запомни. Звенья идут так: датчик → передача → обработка → управление → исполнитель, а через мир – снова датчик. Всё, что едет к контроллеру, – информационные сигналы. Всё, что уходит от него к исполнителям, – управляющие.

НА ПАЛЬЦАХ

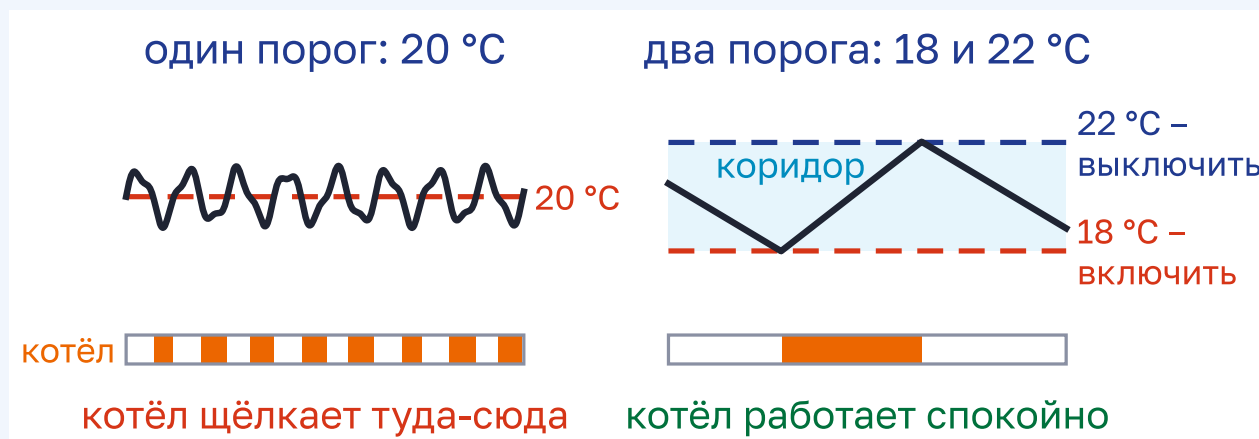


Рисунок 1.3 – Один порог и два порога. Оранжевая полоска – котёл включён

С одним порогом котёл дёргается без передышки. С двумя между ними появляется коридор, и котёл спокойно делает то, что делал.

Запомни. Порог – число, с которым контроллер сравнивает показание датчика. Два порога дают коридор: пока показание внутри него, система ничего не переключает и держит прежнее состояние.

Запомни. Время реакции – сумма всех задержек от события до действия. Считают его по худшему случаю: ожидание опроса – целый период. Путь за это время – скорость в м/с, умноженная на время в секундах.

Запомни. Канал связи: источник → кодирующее устройство → среда → декодирующее устройство → получатель. Управление бывает по плану (вслепую) и с обратной связью (по датчикам). КФС нужно и то и другое: связь доставляет, управление решает.

Разбор для старта

Задача 1.1 Автополив в теплице

разминка · звенья КФС, датчик и исполнитель

Бабушка уезжает с дачи на неделю, и внук собрал автополив для теплицы с огурцами. Как он работает, видно на рисунке. Каждой части системы (А–Д) поставь в соответствие её роль:

1 – датчик; 2 – передача; 3 – обработка; 4 – управление; 5 – исполнитель.

- А – электроклапан на трубе с водой: открывается и закрывается по команде;
- Б – радиомодуль: пересылает показания из теплицы в дом;
- В – датчик влажности, воткнутый в грядку;
- Г – прошивка в контроллере: сравнивает влажность почвы с порогом 30 %;
- Д – команда «открыть», которая идёт от контроллера по проводу к клапану.

В ответ введи номера ролей для частей А, Б, В, Г, Д подряд, без пробелов.

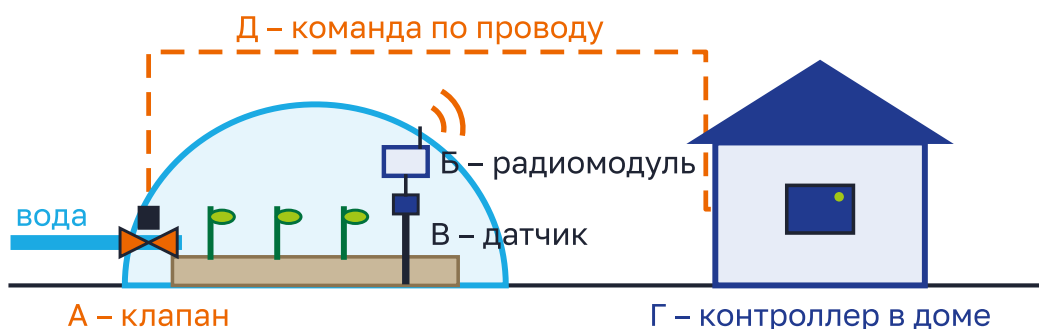


Рисунок 1.4 – Автополив: датчик в грядке, радиомодуль, контроллер в доме, клапан на трубе

Дано: пять частей системы А–Д и пять ролей 1–5.

Найти: строку из пяти цифр.

Решение

Шаг 1. Идём вслед за сигналом. Начинаем с места, где система узнаёт о мире. Сухость почвы замечает датчик влажности – это В, роль 1.

Шаг 2. Куда уходит показание. Датчик в теплице, контроллер в доме. Показание нужно доставить – это делает радиомодуль Б. Роль 2, передача.

Шаг 3. Кто думает. Число «влажность 22 %» само ничего не значит. Прошивка Г сравнивает его с порогом 30 % и решает: сухо, пора поливать. Это обработка, роль 3.

Шаг 4. Кто отдаёт приказ. Решение превращается в команду «открыть», которая бежит по проводу к клапану, – это Д. Управляющий сигнал, роль 4.

Шаг 5. Кто действует. Клапан А открывается, и вода течёт к огурцам. Он меняет мир – роль 5, исполнитель.

Шаг 6. Собираем ответ по порядку букв. А – 5, Б – 2, В – 1, Г – 3, Д – 4.

Себя легко проверить: пять частей, пять ролей, каждая цифра встретилась по одному разу. Если бы у тебя вышло два «датчика» и ни одной «передачи», стоило бы вернуться к шагам 1–2.

 **Типичная ошибка.** Записать цифры в порядке работы системы (В, Б, Г, Д, А → 1 2 3 4 5) вместо порядка букв. Условие просит ответ для частей А, Б, В, Г, Д – по алфавиту. Вторая ловушка – путать обработку и управление: «сравнить с порогом» – это ещё раздумья (3), а «команда клапану» – уже приказ (4).

Ответ: 52134.

Своя задача по программе сферы, модуль 1

Проверь себя

1.1. Автоматические двери в супермаркете. Части: А – электромотор, который раздвигает створки; Б – датчик движения над входом; В – провод от датчика к плате управления; Г – программа на плате, которая решает «человек близко – открыть». Номера ролей те же, что в задаче 1.1: 1 – датчик; 2 – передача; 3 – обработка; 5 – исполнитель (управления отдельной частью здесь нет). Введи номера ролей для частей А, Б, В, Г подряд.

1.2. Робот-пылесос. Его части: 1 – бампер с кнопкой, которая нажимается при ударе о мебель; 2 – колёса с моторами; 3 – вращающаяся щётка с мотором; 4 – процессор с программой уборки; 5 – датчик на днище, который замечает край лестницы; 6 – модуль Wi-Fi, который отправляет карту квартиры в телефон. а) Выпиши номера датчиков по возрастанию. б) Выпиши номера исполнителей по возрастанию.

1.3. Какие из систем – киберфизические? 1 – обычный выключатель света в комнате; 2 – котёл на даче, который по термометру держит в доме 20 °С; 3 – компьютерная игра, где ты ведёшь машинку по нарисованной трассе; 4 – шлагбаум, который открывается, когда камера узнала номер машины из списка жильцов; 5 – механические часы с кукушкой. Введи номера по возрастанию.

1.4. В умном доме бегают такие сигналы: 1 – датчик сообщает блоку «в комнате 17 °С»; 2 – блок посылает котлу «включить нагрев»; 3 – датчик протечки сообщает «на полу вода»; 4 – блок посылает крану на трубе «перекрыть воду»; 5 – датчик на двери сообщает «дверь открыта»; 6 – блок посылает лампе в прихожей «включиться». Выпиши номера управляющих сигналов по возрастанию.

Сигнал и его параметры



Звонок с урока, мигание пульта, писк микроволновки – всё это сигналы. Здесь ты научишься читать их графики: как сильно сигнал качается, как часто повторяется, сколько раз в секунду его измеряет прибор и когда он перескочил через порог. На отборе такие задачи приходят графиком или рядом чисел, а в ответ просят одно-два числа: частоту в герцах, число срабатываний, время в миллисекундах.

НА ПАЛЬЦАХ

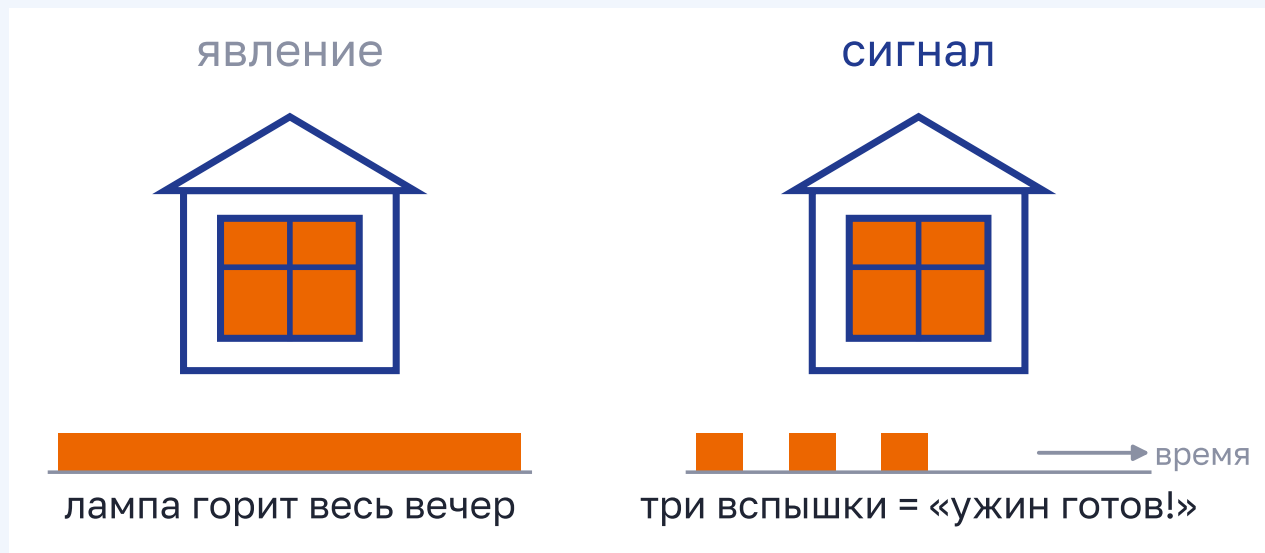


Рисунок 2.1 – Окно дачного домика вечером. Слева лампа просто горит, справа три вспышки

Свет один и тот же. Но про три вспышки вы с мамой договорились заранее – и свет превратился в сообщение.

Запомни. Сигнал – изменение величины, в которое вложили смысл. Путь сигнала: источник → среда → приёмник. Контроллер понимает только напряжение, поэтому датчик переводит в него свет, звук и тепло.

НА ПАЛЬЦАХ

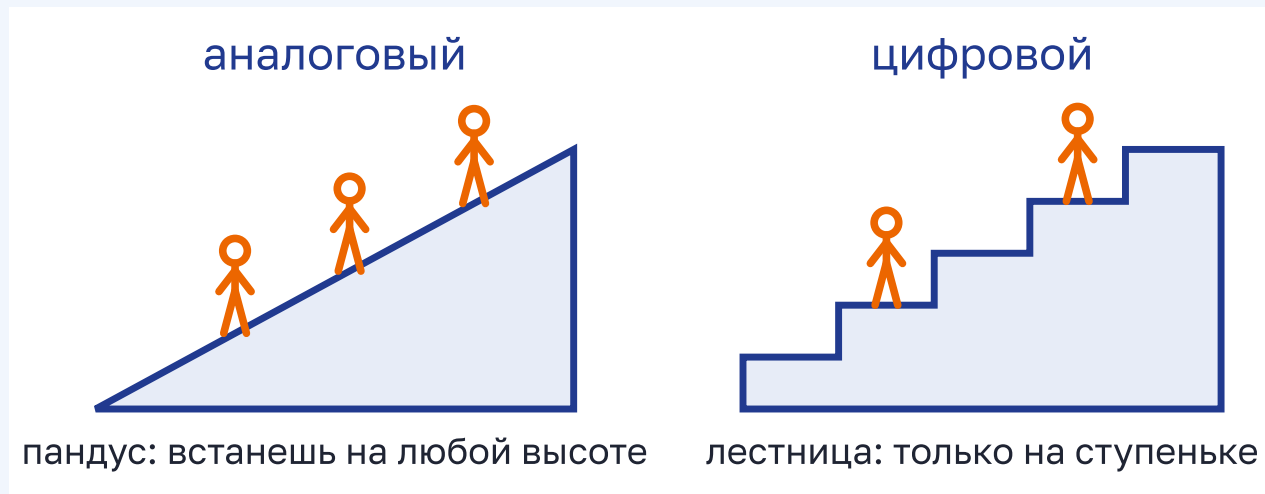


Рисунок 2.2 – Пандус и лестница

На пандусе в магазине можно остановиться на любой высоте. На лестнице – только на ступеньке, между ними не встанешь. Аналоговый сигнал – пандус, цифровой – лестница.

Запомни. Аналоговый – плавный, любые значения (пандус). Цифровой – отдельные числа, между ними ничего нет (лестница). Чтобы получить из аналогового цифровой, сигнал измеряют через равные промежутки и округляют до ступеньки.



туда и обратно
= один период

сколько раз за секунду
= частота

Рисунок 2.3 – Качели в трёх положениях: в середине и в двух крайних точках

Качели отходят от середины на одно и то же расстояние – это амплитуда. Туда и обратно – один период. А сколько таких «туда-обратно» уложится в секунду – частота.

Запомни. Амплитуда – от среднего уровня до гребня, половина размаха. Период – время одного колебания, частота – сколько колебаний за секунду: $f = 1/T$, и период перед этим переводят в секунды. Громкость – амплитуда, высота тона – частота. Сдвиг на половину периода – противофаза: сигналы гасят друг друга.

Запомни. Отсчёт – одно измерение, дискретизация – измерения через равные промежутки. Частота дискретизации – сколько отсчётов за секунду: $N = f_d \cdot t$. На период сигнала приходится f_d/f отсчётов, и их должно быть больше двух.

Запомни. По уровню – сравниваем с порогом, по периоду – меряем время между повторами. Срабатывание – переход снизу вверх, а не каждая точка выше порога. Время отсчёта = номер · шаг, нумерация с нуля. n щелчков – это $n - 1$ промежутков.

Разбор для старта

Задача 2.1 Сколько раз в секунду

разминка · период и частота, перевод мс в с

Катя включила на компьютере генератор тона – программу, которая играет чистый звук и рисует его график. По графику видно, что одно колебание длится 2 мс. Какая частота у этого

звука? Ответ дай в герцах.

Дано: $T = 2$ мс.

Найти: f – ?

Решение

Шаг 1. Период в секунды. В одной секунде 1000 мс, поэтому $T = 2 : 1000 = 0,002$ с.

Шаг 2. Частота. $f = 1/T = 1 : 0,002 = 500$ Гц.

То же можно понять и без деления на дробь. Одно колебание – 2 мс, а в секунде 1000 мс. Сколько раз 2 мс уложатся в 1000 мс? $1000 : 2 = 500$ раз. Значит, 500 колебаний в секунду.

Звук 500 Гц человек слышит хорошо: это чуть выше ноты «ля» (440 Гц), примерно середина клавиатуры пианино.

 **Типичная ошибка.** Поделить единицу на 2 и ответить «0,5 Гц». Миллисекунды не перевели в секунды, и ответ вышел в 1000 раз меньше. Звука в полгерца человек не услышит: это одно колебание за две секунды, так медленно качаются качели, а не пищалка.

Ответ: 500 Гц.

Своя задача по программе сферы, модуль 2

Проверь себя

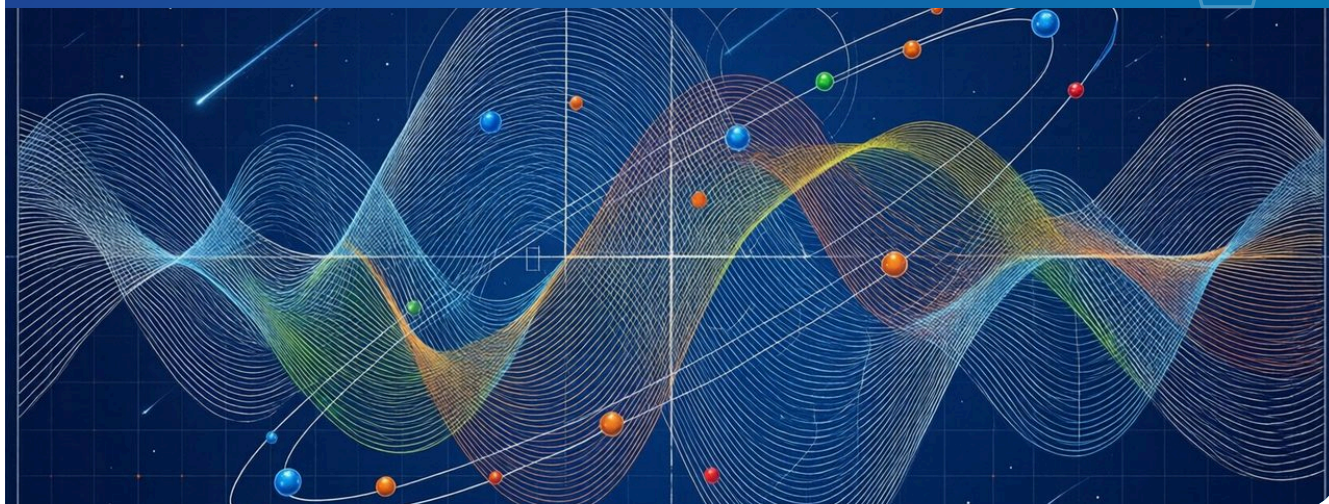
2.1. Ток в розетке меняется с частотой 50 Гц. Сколько миллисекунд длится один период?

2.2. Два динамика играют один и тот же тон 250 Гц, но второй начал на 2 мс позже первого. Какую часть периода составляет это отставание? Ответ – десятичная дробь. Что услышит человек посередине между динамиками, если амплитуды звуков у него одинаковые?

2.3. На экране прибора уложились 9 полных колебаний сигнала, и на них ушло 36 мс. Найди частоту сигнала в герцах.

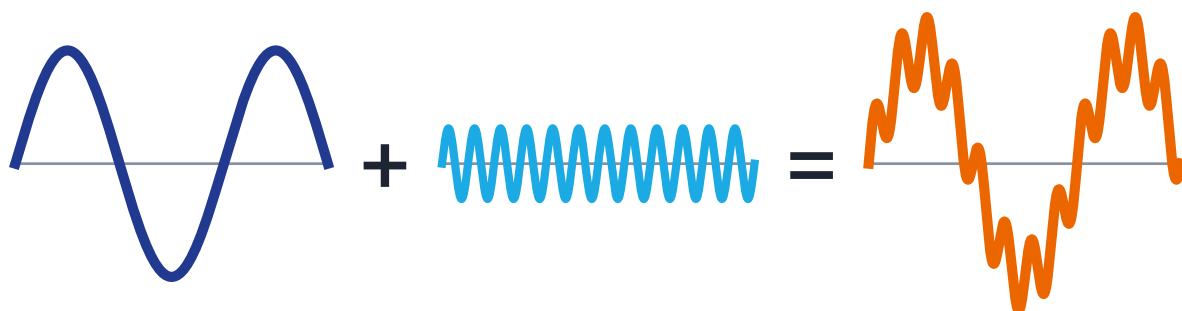
2.4. Датчик освещённости стоит перед мигающей гирляндой. Его сигнал качается между 140 и 260 ед., гребни приходятся на 0,3 с; 0,8 с; 1,3 с и 1,8 с. Найди амплитуду сигнала и частоту мигания в герцах.

Разложение сигнала: спектр и фильтры



Сигнал с настоящего датчика мало похож на красивую волну из учебника. Он дрожит и скачет, медленное в нём перемешано с быстрым, а иногда прилетает число, которого там быть не должно. Эта глава учит разбирать такую «кашу» на части и отделять полезное от мусора. Считать почти не придётся: хватит сложения, деления и внимательного глаза. Ответ в таких задачах – число или строка чисел.

НА ПАЛЬЦАХ



медленная большая быстрая мелкая вместе

Рисунок 3.1 – Медленная большая волна плюс быстрая мелкая – получается волна с зазубринами

Сложи две простые волны – выйдет сложная. Работает и в обратную сторону: любую сложную волну можно разобрать на простые.

Запомни. Волны складывают по точкам: в каждый момент значение суммы равно сумме значений. Потолок сложной волны – сумма амплитуд, пол – та же сумма с минусом.

НА ПАЛЬЦАХ

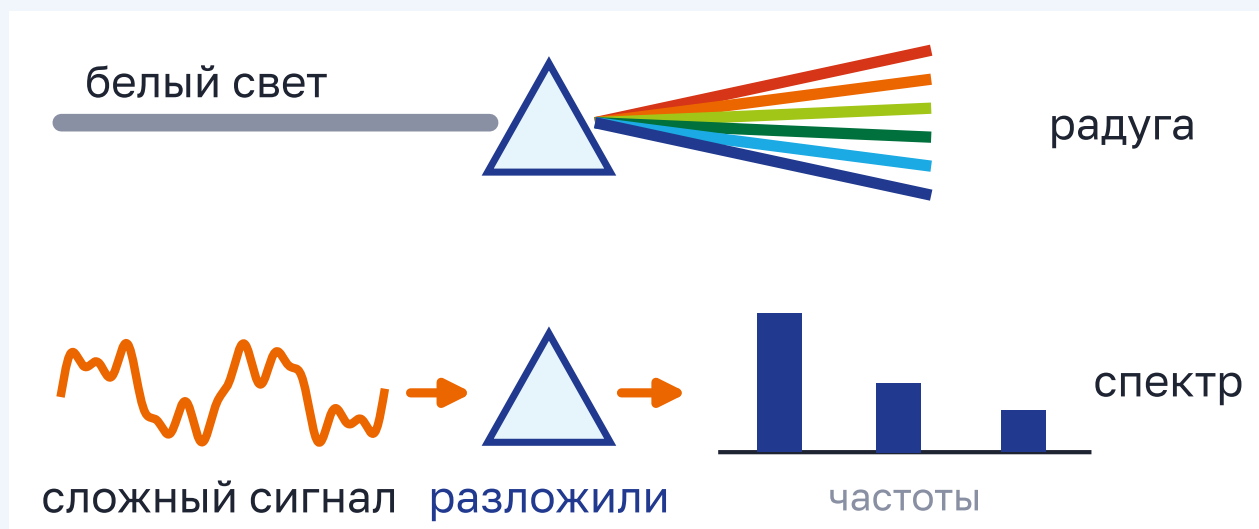


Рисунок 3.2 – Призма раскладывает белый свет на цвета радуги. Спектр так же раскладывает сигнал на простые волны

Каждый столбик – одна простая волна. Где столбик стоит – её частота, какой он высоты – её амплитуда.

Запомни. Осциллограмма – сигнал во времени, спектр – сигнал по частотам. На спектре один столбик – одна простая волна: место столбика – частота, высота – амплитуда. Обертоны музыкального звука стоят на частотах, кратных основной: в 2, 3, 4 раза выше.

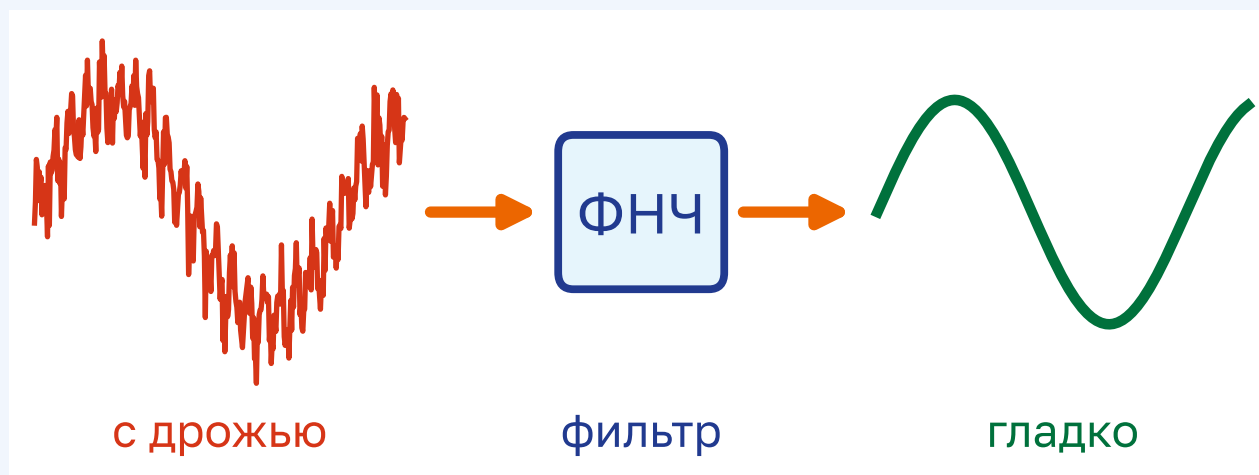


Рисунок 3.3 – Фильтр низких частот пропускает медленные колебания и задерживает быструю дрожь

На входе сигнал был похож на пилу с зазубринами, на выходе он гладкий: осталась одна медленная волна.

Запомни. Медленное – низкие частоты, быстрое – высокие. ФНЧ пропускает то, что ниже частоты среза, ФВЧ – то, что выше. Фильтр смотрит только на частоту волны; её амплитуда ему не важна.

Запомни. Скользящее среднее: окно из k соседних чисел, их среднее – под середину окна, шаг на одно число. Из n чисел выходит $n - k + 1$ средних. Шире окно – глаже линия, но меньше деталей.

Запомни. Несущая быстрая и переносит энергию, огибающая медленная и несёт сообщение. Чтобы достать огибающую, сигнал выпрямляют, потом сглаживают. Колебаний несущей в одном кусочке сообщения: частота несущей $\times$ длительность кусочка.

Запомни. Аномалию находят сравнением: число – с соседями, спектр – со спектром исправной машины, кусок сообщения – с другими копиями. Выброс чистят до сглаживания, иначе он расплзётся.

Разбор для старта

Задача 3.1 Что гудит в ноутбуке

разминка · спектр, чтение графика

Школьники записали звук вентилятора ноутбука и построили его спектр (рисунок ниже). а) Из скольких простых волн сложен этот звук? б) Какая частота у самой сильной волны? в) У какой волны амплитуда вдвое меньше, чем у самой сильной? В ответ введи три числа через пробел: количество волн, частоту из пункта б) и частоту из пункта в) в герцах.

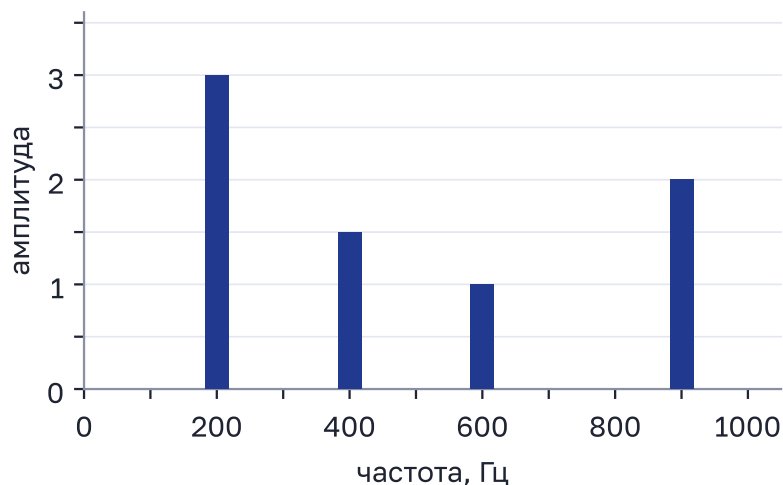


Рисунок 3.4 – Спектр звука вентилятора

Дано: спектр на рисунке.

Найти: число волн; частоту самой сильной волны; частоту волны, которая вдвое слабее.

Решение

Шаг 1. Оси и сетка. По горизонтали – частота в герцах. Подписи стоят через 200 Гц, а чёрточки между ними – через 100 Гц. По вертикали – амплитуда: подписи 1, 2, 3, а линии сетки идут через 0,5.

Шаг 2. Считаем столбики. Их четыре. Каждый столбик – одна простая волна, значит, волн тоже четыре.

Шаг 3. Самая сильная волна. Выше всех столбик высотой 3, он стоит над подписью 200. Частота – 200 Гц.

Шаг 4. Вдвое слабее. Половина от 3 – это $3 : 2 = 1,5$. Ищем столбик, верхушка которого на полпути между линиями 1 и 2. Он стоит над подписью 400 – это 400 Гц.

Для полноты перепишем весь «рецепт»: 200 Гц – 3; 400 Гц – 1,5; 600 Гц – 1; 900 Гц – 2. Последний столбик стоит между подписями 800 и 1000, на чёрточке 900. Обратным ходом: $1,5 \cdot 2 = 3$ – волна 400 Гц действительно вдвое слабее волны 200 Гц.

⚠ Типичная ошибка. Перепутать оси и искать «частоту 1,5» вместо столбика высотой 1,5. Частота всегда читается внизу, под столбиком, а амплитуда – по высоте. Ещё часто приписывают последнему столбику частоту 800 или 1000 Гц: подписи у него нет, и надо до-считать чёрточки.

Ответ: 4 200 400.

Своя задача по программе сферы, модуль 3

Проверь себя

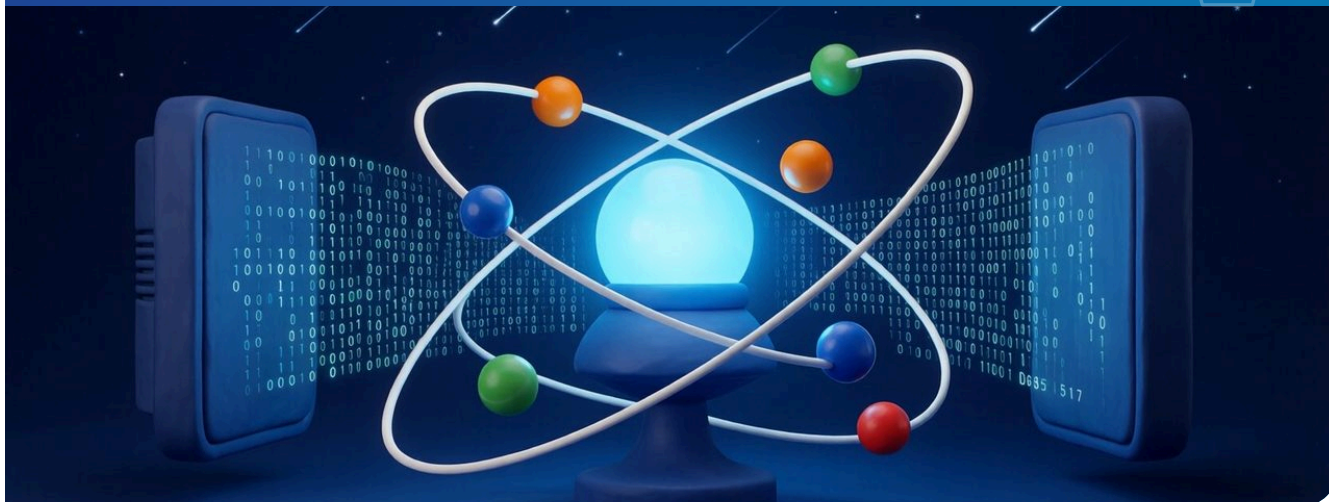
3.1. Спектр звука флейты состоит из трёх столбиков: 500 Гц высотой 4, 1000 Гц высотой 2 и 1500 Гц высотой 1. Какие из частот есть в этом звуке: 1) 250 Гц; 2) 500 Гц; 3) 750 Гц; 4) 1000 Гц; 5) 1500 Гц? Введи номера верных вариантов по возрастанию, без пробелов.

3.2. Сигнал сложили из трёх простых волн: 50 Гц с амплитудой 2, 150 Гц с амплитудой 1 и 250 Гц с амплитудой 0,5. а) Сколько столбиков будет на его спектре? б) Какой высоты самый правый столбик? в) Может ли этот сигнал в какой-то момент подняться до 4? В ответ введи через пробел два числа и слово «да» или «нет», например «5 2 да».

3.3. Микрофон записал звук на кухне. В спектре пять волн: 1) 100 Гц – гудит холодильник; 2) 440 Гц – кто-то поёт ноту ля; 3) 880 Гц – обертон этой ноты; 4) 3000 Гц – пищит микроволновка; 5) 8000 Гц – шипит вода в кране. Звук пропустили через ФНЧ с частотой среза 1000 Гц. Введи номера волн, которые пройдут, по возрастанию, без пробелов.

3.4. Тот же звук из задачи 3.3 пропустили сначала через ФНЧ с частотой среза 1000 Гц, а потом через ФВЧ с частотой среза 300 Гц. Какие волны остались? Введи их номера по возрастанию, без пробелов.

Кодирование и системы счисления



Компьютер, КиберМишка и пульт от телевизора различают только два знака – «есть сигнал» и «нет сигнала», 1 и 0. Из этих двух знаков собирают и числа, и буквы, и команды роботу. Здесь ты научишься переводить числа в двоичный код и обратно, считать, сколько бит займёт сообщение и сколько секунд оно пробудет в канале, и ловить ошибки, которые помеха вносит по дороге. На отборе такие задачи короткие, а ответ – число или строка из цифр: перепутал одну цифру – и весь ответ не засчитан.

НА ПАЛЬЦАХ

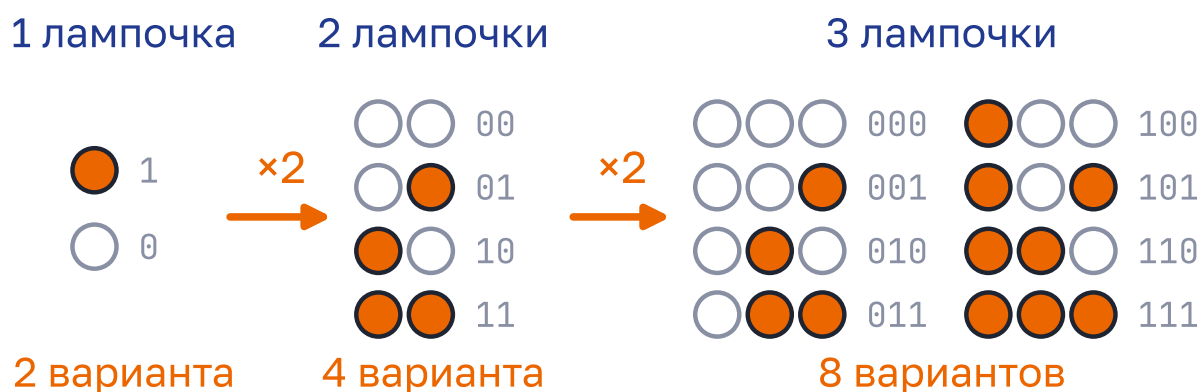


Рисунок 4.1 – Одна лампочка, две, три – и все положения, в которых они могут гореть

Одна лампочка скажет только два слова: горит или не горит. Добавил вторую – вариантов стало четыре, третью – восемь. Каждая новая лампочка удваивает счёт.

Запомни. Бит – одна двоичная цифра, байт – 8 бит. В n бит помещается 2^n разных кодов, в байт – 256, это числа от 0 до 255. Сколько бит нужно на M сообщений: найди первую степень двойки, которая не меньше M . Вниз не округляют никогда.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 4.2 – 13 кг картошки уравнивают гирями 8, 4, 2 и 1 кг – каждая гиря есть только одна

Гиря на весах – пишем 1, гиря осталась на полу – 0. На весах 8, 4 и 1 кг, двухкилограммовая не понадобилась. Число 13 в двоичной системе – 1101.

Запомни. Веса двоичных мест справа налево: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Из двоичной – сложи веса под единицами. В двоичную – набирай число гирями, начиная с самой тяжёлой, или дели на 2 и читай остатки снизу вверх. Байт – это всегда 8 цифр: недостающие нули пиши слева.

НА ПАЛЬЦАХ

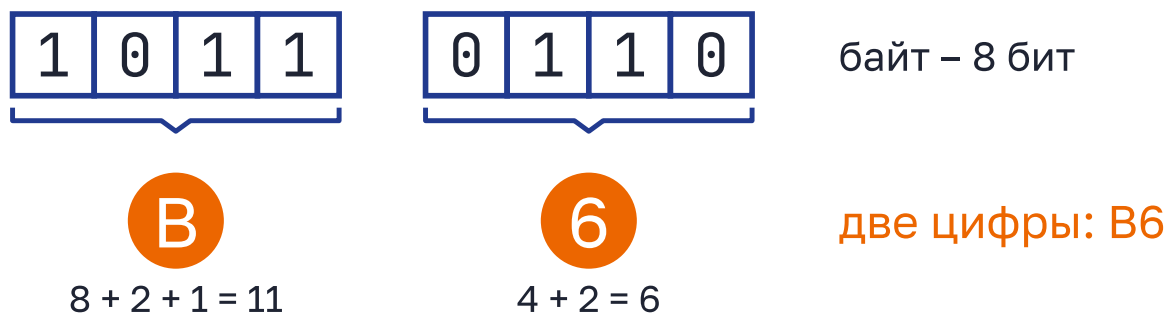


Рисунок 4.3 – Восемь нулей и единиц режут на две четвёрки, и каждая четвёрка становится одной цифрой

Номер телефона тоже диктуют кусочками – так меньше шансов сбиться. Байт 10110110 режут на 1011 и 0110, и получаются две цифры: В и 6.

Запомни. $A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15$. Одна шестнадцатеричная цифра – четыре бита, байт – две цифры. Двоичное число режь на четвёрки справа. В десятичную: старшая цифра $\cdot 16 +$ младшая; обратно – дели на 16 с остатком.

Запомни. $t = I : v$: биты делим на бит/с, получаем секунды. Один бит длится $1 : v$ секунды. Байты сначала умножь на 8, килобиты в секунду – на 1000. Служебные биты тоже едут по каналу.

Запомни. Бит чётности делает число единиц чётным. На приёме нечётно – ошибка есть, но где она, неизвестно; двух ошибок сразу он не замечает. Контрольная сумма – сумма всех чисел, её правило (например, остаток от деления на 256) всегда даётся в условии.

Запомни. Морзе: точка 1, тире 3, паузы 1 – 3 – 7 (внутри буквы, между буквами, между словами). Чтобы узнать длительность слова, сложи все тоны и все паузы между ними.

Запомни. Равномерный код режут на куски одной длины. Неравномерный читается без разделителей, если ни одно кодовое слово не служит началом другого. Читают его по одному биту: совпало со словом из словаря – отрезай.

Разбор для старта

Задача 4.1 Восемь светодиодов

разминка · двоичная система, перевод в обе стороны

На плате-тренажёре восемь светодиодов в ряд показывают байт: горит – 1, не горит – 0. Сейчас слева направо они горят так: горит, горит, не горит, горит, не горит, не горит, горит, горит. а) Какое число показано? б) Какие светодиоды надо зажечь, чтобы показать число 75? Ответ запиши байтом из восьми цифр.

Дано: байт 11010011_2 ; число 75.

Найти: десятичное значение байта; 75 в виде байта.

Решение

Шаг 1. Записываем байт. Горит – 1, не горит – 0: 11010011 .

Шаг 2. Подписываем веса. Справа налево: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Значит, слева направо цифры стоят так: 1 под весом 128, 1 под 64, 0 под 32, 1 под 16, 0 под 8, 0 под 4, 1 под 2, 1 под 1.

Шаг 3. Складываем веса под единицами. $128 + 64 + 16 + 2 + 1 = 211$.

Шаг 4. Набираем 75 гирями. Гиря 128 больше 75 – не берём. 64 подходит: $75 - 64 = 11$. 32 и 16 больше 11 – пропускаем. 8 подходит: $11 - 8 = 3$. 4 больше 3 – пропускаем. 2 подходит: $3 - 2 = 1$. 1 подходит: $1 - 1 = 0$. Взяты гири 64, 8, 2, 1.

Шаг 5. Пишем байт. Места слева направо: 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Единицы – под 64, 8, 2 и 1: 01001011. Зажечь нужно второй, пятый, седьмой и восьмой светодиоды слева.

Шаг 6. Проверяем делением. $75 : 2 = 37$ (ост. 1), $37 : 2 = 18$ (ост. 1), $18 : 2 = 9$ (ост. 0), $9 : 2 = 4$ (ост. 1), $4 : 2 = 2$ (ост. 0), $2 : 2 = 1$ (ост. 0), $1 : 2 = 0$ (ост. 1). Снизу вверх: 1001011 – семь цифр, слева дописываем ноль до байта. Совпало с шагом 5.

Первая цифра байта 0 – значит, число меньше 128. У 75 так и есть. А байт из первого вопроса начинается с двух единиц: $128 + 64 = 192$, число должно быть не меньше 192 – и 211 не меньше.

 **Типичная ошибка.** Подписать веса слева направо – считать первую цифру за 1, вторую за 2 и так далее. Тогда 11010011 превращается в $1 + 2 + 8 + 64 + 128 = 203$. Во втором вопросе теряют ведущий ноль и пишут 1001011: число то же, но это семь цифр, а просили байт.

Ответ: а) 211; б) 01001011.

Своя задача по программе сферы, модуль 4

Проверь себя

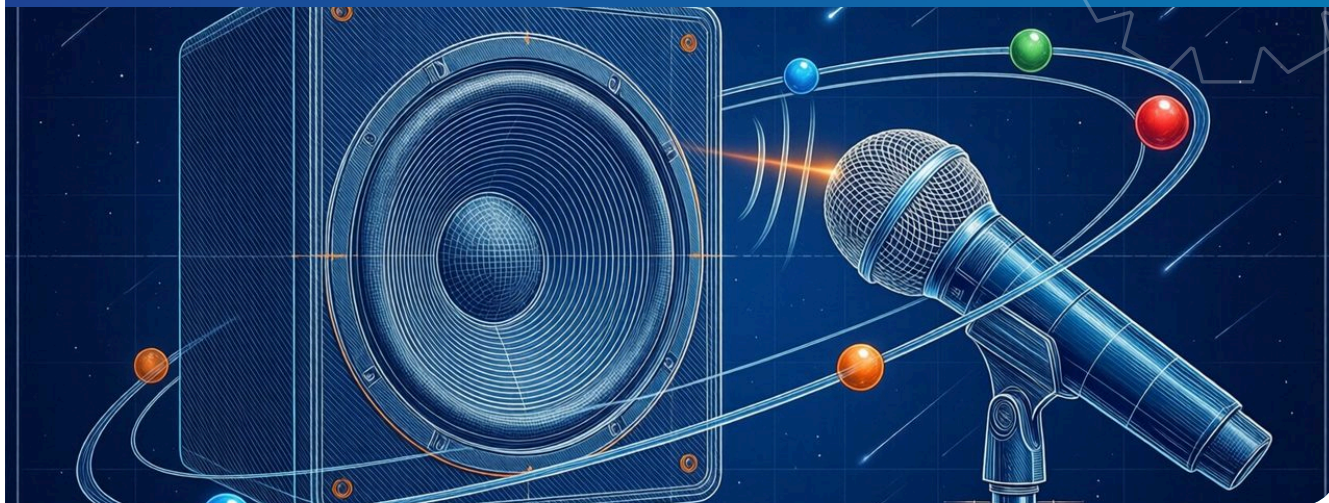
4.1. Светодиоды показывают байт 01100101. Какое это число?

4.2. Лёша передал Юле записку с байтом 10011010, а Юля прочитала его справа налево. Какое число записал Лёша, какое прочитала Юля и на сколько они отличаются?

4.3. Байт записан в шестнадцатеричной системе: 7F. Запиши его в двоичной системе (8 цифр) и в десятичной.

4.4.* Самодельный приёмник – цепочка стрелочных индикаторов. Каждая стрелка показывает число от 0 до 15, то есть очередные четыре бита сигнала. Две стрелки подряд – один байт, а байт – номер латинской заглавной буквы в таблице ASCII (A = 65, B = 66 и дальше подряд до Z = 90). Приёмник включили посреди передачи, поэтому одно показание лишнее – либо первое, либо последнее. Стрелки показали: 3, 4, 13, 4, 9, 5, 3, 4, 8, 4, 1. Какое слово передали?

Модуляция и каналы связи



Нули и единицы из прошлой главы пора отправить в путь – звуком от динамика к микрофону или невидимым инфракрасным лучом, как у пульта от телевизора. Здесь биты «сажают» на несущую, а потом снимают обратно по графику. На отборе такая задача приходит с графиком сигнала, таблицей или парой чисел. Ответ – строка из нулей и единиц, номера подходящих вариантов или время в секундах.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 5.1 – Несущая везёт сообщение, как грузовик посылку

Посылка сама до другого города не доедет, её везёт грузовик. Сообщение тоже не летит само: его везёт несущая.

Запомни. Модуляция – сообщение «сажают» на несущую, меняя её амплитуду (АМ) или частоту (ЧМ). Демодуляция – приёмник достаёт сообщение обратно. Сообщение делят на кусочки одинаковой длительности τ , по одному биту в каждом.

НА ПАЛЬЦАХ

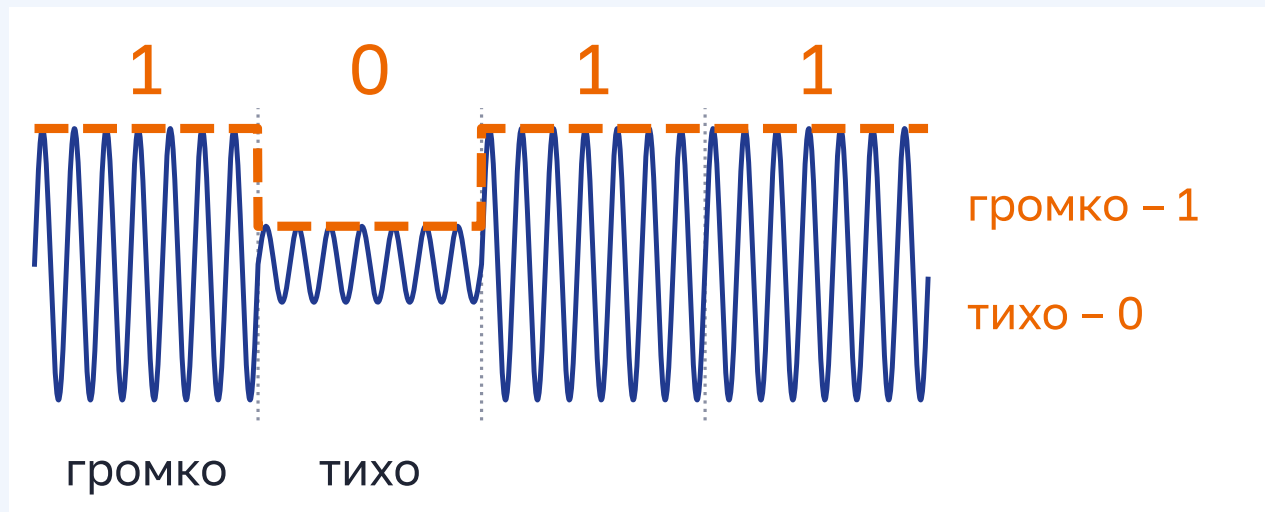


Рисунок 5.2 – Один и тот же тон то громче, то тише. Громкий кусочек – единица, тихий – ноль

Частота всё время одна и та же, меняется только размах. Оранжевая линия по верхушкам – огибающая.

Запомни. АМ: громко – 1, тихо (или тишина) – 0. Запись режут на кусочки по τ и в каждом смотрят размах. Длинная пачка – несколько одинаковых бит подряд: длительность пачки делим на τ . Колебаний несущей в одном бите: $n = f \cdot \tau$.

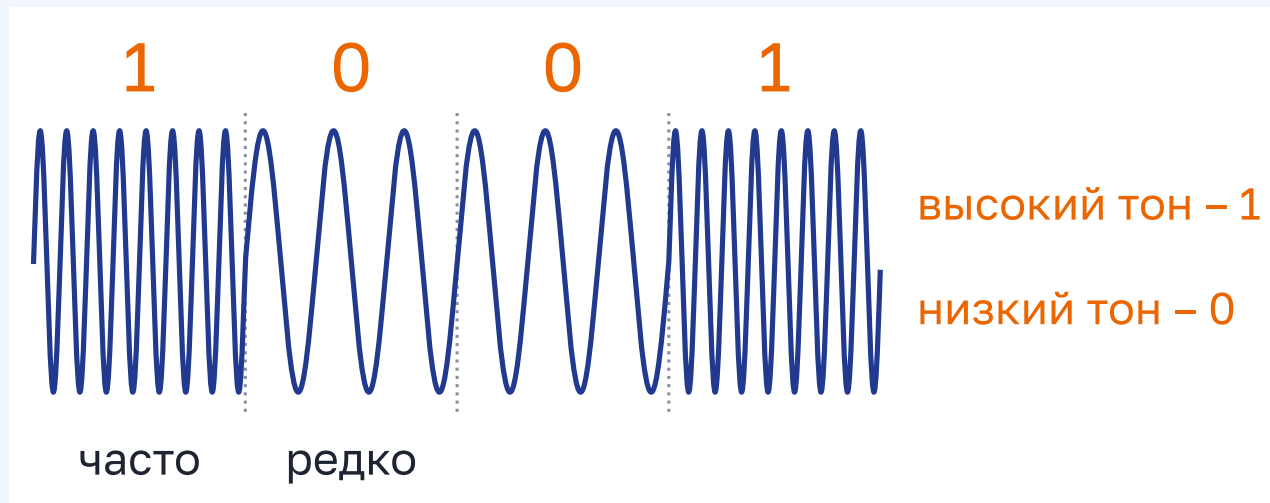


Рисунок 5.3 – Громкость всё время одинаковая, меняется высота тона

Как свисток с двумя нотами: тонкий писк – единица, басовитый гудок – ноль.

Запомни. ЧМ: высокий тон – одно значение бита, низкий – другое, какое именно – договариваются заранее. Частота по графику: $f = n : \tau$ или $f = 1 : T$. ЧМ меньше боится расстояния и шума, чем АМ. Частоты выбирают внутри рабочего диапазона, вдали от шума и друг от друга.

Запомни. Канал: передатчик → среда → приёмник. Звук: 340 м/с, огибает преграды, боится шума и эха. ИК: почти мгновенно, нужна прямая видимость, мешают солнце и лампы. Задержка в пути $t = s : v$.

Запомни. $t = I : v$, где I – все биты вместе со стартовой меткой, паузами и проверочными битами. Доля ошибок = ошибочные биты : отправленные · 100 %. Повтор трижды с голосованием исправляет одну ошибку в тройке, но удлиняет сообщение втрое.

Запомни. Два канала сразу дают на выбор надёжность (одно и то же дважды) или скорость (сообщение поделили). Два передатчика на разных частотах разделяет спектр, и у каждого свой порог. Время поделённой передачи – по тому каналу, который закончит позже.

Разбор для старта

Задача 5.1 Громко и тихо

разминка · амплитудная модуляция, чтение графика, длительность бита

Передатчик «ТЮК-Акустики» отправил КиберМишке 8 бит амплитудной модуляцией: громкий тон – 1, тихий – 0. Несущая – 1000 Гц, каждый бит длится 10 мс, сообщение началось в момент 0. На рисунке – запись с микрофона. Расшифруй сообщение. В ответ введи 8 цифр подряд.

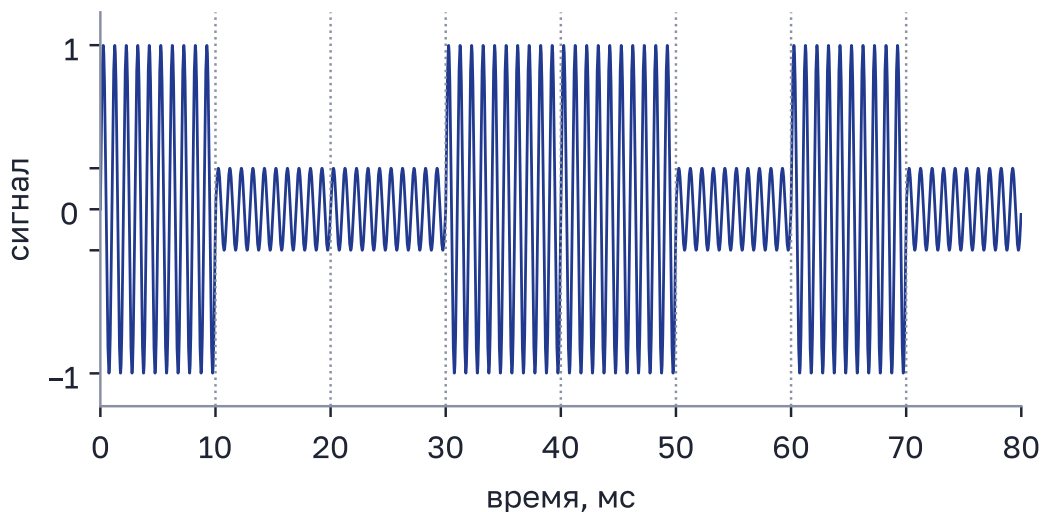


Рисунок 5.4 – Запись с микрофона. Пунктир – границы бит через 10 мс

Дано: АМ, громко – 1, тихо – 0; $f = 1000$ Гц; $\tau = 10$ мс; 8 бит.

Найти: биты – ?

Решение

Шаг 1. Где границы бит. Каждый бит длится 10 мс, первый начался в 0. Значит, кусочки такие: 0–10 мс, 10–20 мс, ..., 70–80 мс. На рисунке их уже отделяет пунктир – восемь кусочков, как и бит.

Шаг 2. Какой размах считать громким. В записи встречаются колебания двух размеров: до 1 и до 0,25. Большой размах – громко, маленький – тихо. Порог можно поставить посередине, около 0,6: всё, что выше, – единица.

Шаг 3. Читаем по кусочкам.

Таблица 5.1

Кусочек	Время, мс	Размах	Бит
1	0–10	1	1
2	10–20	0,25	0
3	20–30	0,25	0
4	30–40	1	1
5	40–50	1	1

Кусочек	Время, мс	Размах	Бит
6	50–60	0,25	0
7	60–70	1	1
8	70–80	0,25	0

Шаг 4. Сколько колебаний в одном бите. Для проверки: $\tau = 10 \text{ мс} = 0,01 \text{ с}$, $n = 1000 \cdot 0,01 = 10$. Посчитай верхушки в первом кусочке – их 10. Рисунок и условие друг другу не противоречат, границы бит мы провели правильно.

 **Типичная ошибка.** Записать тихие кусочки единицами: «там же есть колебания, значит, что-то передаётся». В этой задаче тихо – это ноль. Тишина вместо тихого тона бывает в других задачах, и там ноль узнать ещё проще. Вторая ошибка – прочитать 30–50 мс как одну единицу, потому что громкая пачка сплошная. Она длится 20 мс, это два бита.

Ответ: 10011010.

Своя задача по программе сферы, модуль 4

Проверь себя

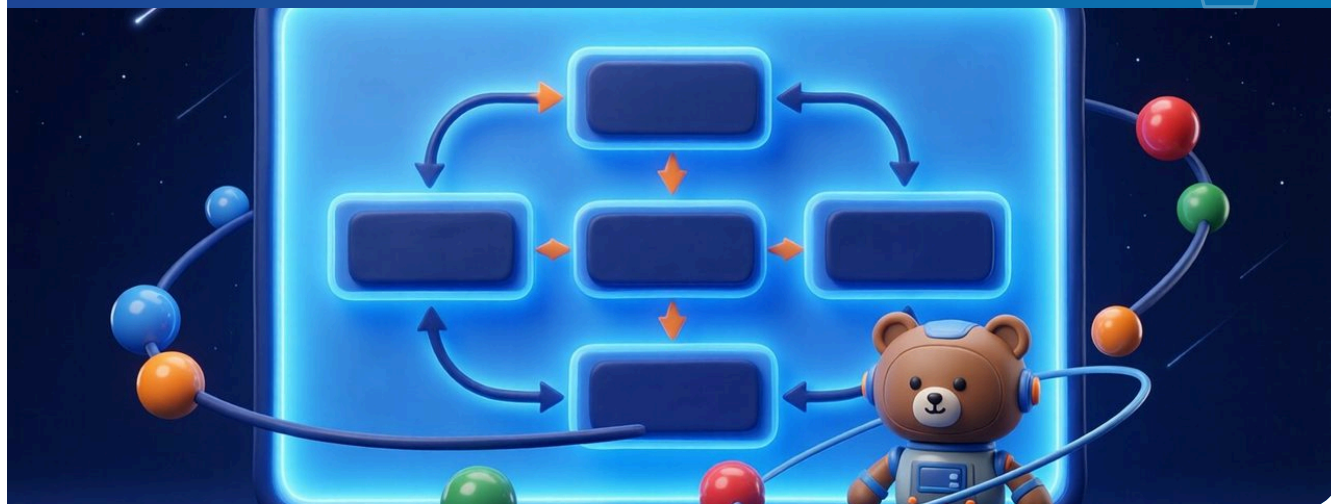
5.1. Приёмник измерил огибающую в середине каждого из восьми бит: 64, 70, 12, 68, 15, 11, 66, 13. Громко – 1, тихо – 0, порог 40: всё, что 40 и больше, – единица. Запиши принятые биты одной строкой.

5.2. С дачи на крыльцо передают сообщение ИК-лучом: луч горит – 1, погас – 0, скорость 20 бит/с. Фотоприёмник записал: луч горел 0,15 с, не горел 0,1 с, горел 0,05 с, не горел 0,2 с, горел 0,1 с. Сколько бит пришло и какие? В ответ введи число бит и сами биты через пробел.

5.3. Задача наоборот. Нужно передать КиберМишке команды «налево, вперёд, направо» по таблице из задачи 5.2: тон есть – 1, тишина – 0, скорость 50 бит/с. Сколько миллисекунд всего будет звучать тон и сколько длится самая длинная тишина внутри передачи? В ответ введи два числа через пробел.

5.4. В кабинете шумно. Когда передатчик молчит, приёмник всё равно показывает от 8 до 22, а когда звучит тон – от 55 до 70. Пришли значения в середине восьми бит: 58, 21, 64, 12, 18, 70, 55, 9. Какой порог из трёх – 20, 30 или 60 – прочтает сообщение без ошибок? Всё, что не меньше порога, – единица. В ответ введи порог и биты через пробел.

ПРИМС: машины состояний в Кибериаде



Программу для КиберМишки в этой сфере не пишут строчками кода. Её рисуют: прямоугольники – режимы работы, стрелки – что их переключает. Такая схема называется машиной состояний, и в этой главе ты научишься её читать, проверять и дописывать. Задачи по этой теме похожи на головоломки. Дана схема и цепочка событий – где окажется устройство? Где ошибка в чужой схеме? Какой стрелки не хватает? В ответ пишут название или номер состояния, число или строку из цифр. Оцениваемые задания курса по ПРИМС делают в Кибериаде на компьютере, а тетрадь и аккуратная табличка нужны для подготовки: на бумаге схему сначала продумывают и проверяют.

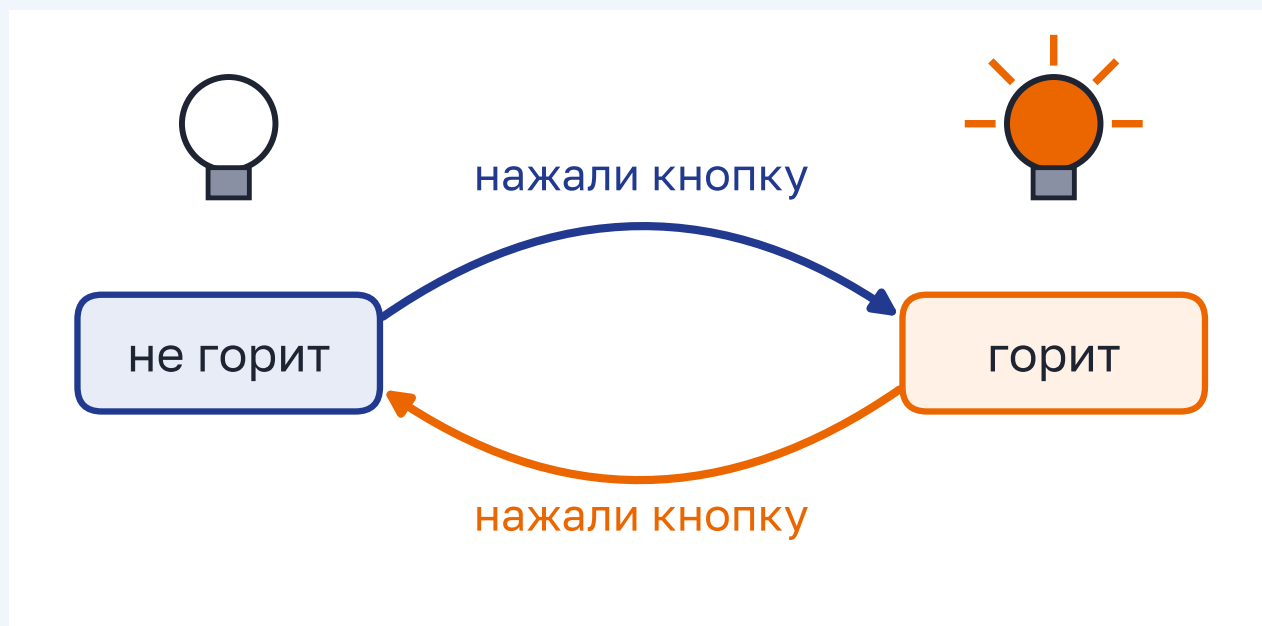


Рисунок 6.1 – Настольная лампа с одной кнопкой

Кнопка одна и та же, а результат разный: лампа помнит, горит она сейчас или нет.

Запомни. Состояние – это режим, в котором устройство сейчас. Машина всегда в одном состоянии и остаётся в нём, пока её не переключат. Чёрная точка показывает, откуда машина начинается.

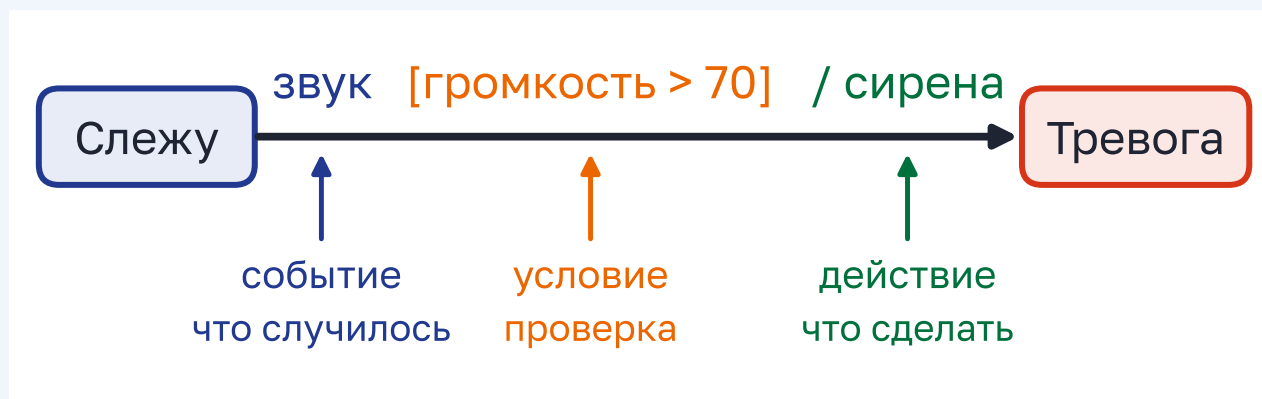


Рисунок 6.2 – Подпись на стрелке из трёх частей

Случился звук. Проверили: громкость больше 70? Если да – включили сирену и перешли в «Тревогу».

Запомни. Подпись стрелки: событие [условие] / действие. Событие ищут только среди стрелок из текущего состояния. Нет стрелки или условие неверно – машина стоит на месте. Действие выполняется при переходе.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 6.3 – Цепочка событий для лампы и кадры, по которым видно, где она оказалась

Берёшь события по одному, как карточки из колоды, и каждый раз двигаешь фишку по нужной стрелке.

Запомни. Трассировка: состояние – событие – есть ли стрелка из **этого** состояния – верно ли условие – новое состояние. Одна строка на событие, без прыжков через шаги. Таймер считает с момента входа в состояние.

Запомни. Вложенное состояние первым отвечает на событие. Нет у него своей стрелки – отвечает рамка. Вошёл в рамку – попал в её начальное состояние. Одна стрелка от рамки заменяет по стрелке из каждого вложенного состояния.

Запомни. Тупик – нет выхода. Недостижимое – нет пути из начального (проверяй обводкой, а не поиском входящей стрелки). Две стрелки с одним событием из одного состояния – условия не должны пересекаться.

Разбор для старта

Задача 6.1 Лампа с тремя режимами

разминка · трассировка, событие без стрелки

У лампы одна кнопка и три режима: 1 – «Выкл», 2 – «Слабо», 3 – «Ярко». Короткое нажатие (К) переключает режимы по кругу: «Выкл» → «Слабо» → «Ярко» → «Выкл». Долгое нажатие (Д) включает включённую лампу. Лампа выключена. Кнопку нажали так: К, К, Д, Д, К, К, К, К. а) В каком режиме лампа? Ответ – номер режима. б) Сколько нажатий ничего не изменили?

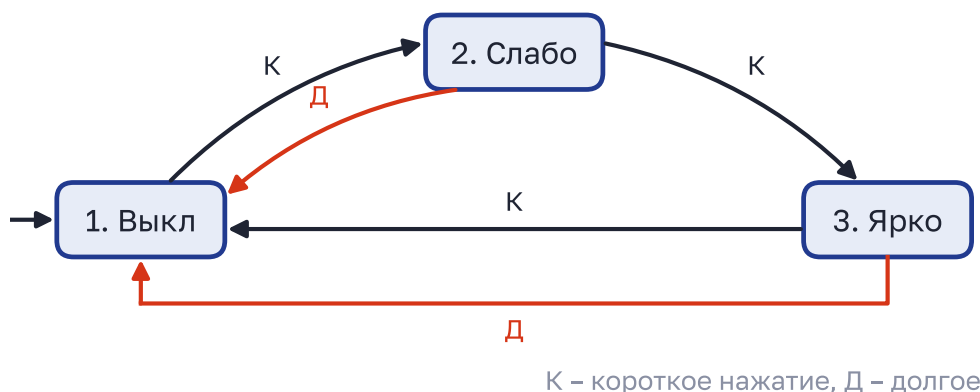


Рисунок 6.4 – Диаграмма лампы. Из «Выкл» стрелки «Д» нет

Дано: диаграмма лампы; начальное состояние «Выкл»; нажатия К, К, Д, Д, К, К, К, К.

Найти: состояние после восьмого нажатия; число нажатий без изменений.

Решение

Шаг 1. Выписываем стрелки. Из «Выкл»: К → «Слабо». Из «Слабо»: К → «Ярко», Д → «Выкл». Из «Ярко»: К → «Выкл», Д → «Выкл». Из «Выкл» стрелки Д нет.

Шаг 2. Трассировка.

Таблица 6.1

Шаг	Было	Нажатие	Стрелка	Стало
1	Выкл	К	есть	Слабо
2	Слабо	К	есть	Ярко
3	Ярко	Д	есть	Выкл
4	Выкл	Д	нет	Выкл
5	Выкл	К	есть	Слабо
6	Слабо	К	есть	Ярко
7	Ярко	К	есть	Выкл
8	Выкл	К	есть	Слабо

Шаг 3. Ответ на а). После восьмого нажатия лампа в «Слабо» – режим 2.

Шаг 4. Ответ на б). Без изменений прошло одно нажатие – четвертое: долгое нажатие выключенной лампы.

Проверим концовку по-другому. После четвертого нажатия лампа выключена, дальше четыре коротких подряд. Круг из коротких нажатий – три шага, $4 = 3 + 1$: целый круг возвращает в «Выкл», и ещё одно нажатие – «Слабо».

⚠ Типичная ошибка. На четвертом нажатии решить, что долгое нажатие работает как выключатель туда и обратно и включает лампу в «Слабо». Стрелки Д из «Выкл» нет – ничего не происходит. С такой ошибкой дальше выходит «Ярко» → «Выкл» → «Слабо» → «Ярко», ответ 3, а пропавших нажатий – ни одного.

Ответ: а) 2 («Слабо»); б) 1.

Своя задача по программе сферы, модуль 5

Проверь себя

6.1. У ёлочной гирлянды одна кнопка. Короткое нажатие (К) переключает режимы: «Выкл» → «Горит» → «Бегущий огонь» → «Мигает» → «Горит» → ... (обратно в «Выкл» короткое нажатие не ведёт). Долгое нажатие (Д) из любого включённого режима выключает гирлянду, в «Выкл» оно ничего не делает. Гирлянда выключена, нажали: К, К, К, К, Д, Д, К, К. В каком режиме гирлянда?

6.2. Лампу из задачи 6.1 включили из «Выкл» и нажали короткое нажатие 100 раз подряд. В каком режиме лампа? Сколько раз за это время она загоралась ярко?

6.3. Другой светофор устроен так же, но с другими временами: переход из «А» по кнопке – только если в «А» не меньше 15 с; «Б» длится 2 с, «В» – 12 с, «Г» – 3 с. Кнопку нажимали в 6, 18, 25, 33, 40 и 55 с. Сколько нажатий пропали впустую и в какой момент машинам последний раз загорелся зелёный («А») за первые 90 с?

6.4.* Светофор из задачи 6.2. Пешеход нажимает кнопку в самые удачные моменты. Какое наибольшее число раз пешеходам может загореться зелёный за первые 120 с после включения? Здесь цепочка событий не дана – её придумываешь ты. Сначала реши, когда выгоднее всего нажать: чуть позже или в первую же секунду, когда условие станет верным.

Управление КиберМишкой



КиберМишка – главный герой сферы: учебный медвежонок-контроллер. Он слышит хлопки, ловит невидимый инфракрасный свет и отвечает цветом глаз, картинкой на животе и писком. В этой главе ты будешь им командовать, а заодно двумя исполнителями из симулятора Кибериады – Садовником и Строчником. Садовник в курсе сферы появляется раньше всех: он живёт в модулях 5 и 6, открытых до отбора, и за него в задатнике Кибериады дают самые дорогие задачи. КиберМишка и Строчник – темы более поздних модулей (в открытых модулях курса Строчника нет, он встречается в задатнике Кибериады). Вопросы «где окажется исполнитель», «что он сделает, если придёт такой сигнал» и «сколько команд нужно» решаются карандашом в тетради, и навык этот пригодится уже на отборе. Ответ в таких задачах – число, клетка, набор цифр или название состояния.

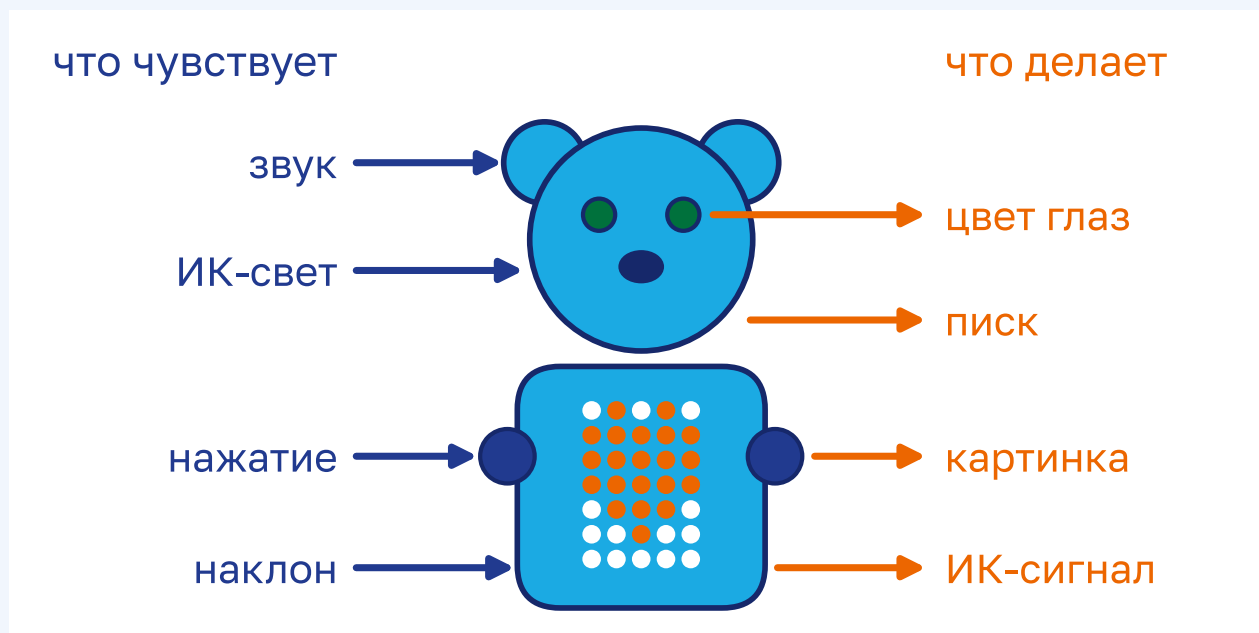


Рисунок 7.1 – КиберМишка: слева – что он чувствует, справа – что умеет делать

Всё, что приходит к Мишке снаружи, ловят датчики. Всё, что он делает сам, – действия. Программа стоит между ними и решает, на что как отвечать.

Запомни. Исполнитель выполняет только команды из своего списка. У КиберМишки датчики присылают **события** и **значения**, а глаза, матрица, пищалка и ИК-светодиод выполняют **действия**. Садовник: «Вперёд» и «Назад» – на клетку без поворота, повороты – на месте; на север у уменьшается.

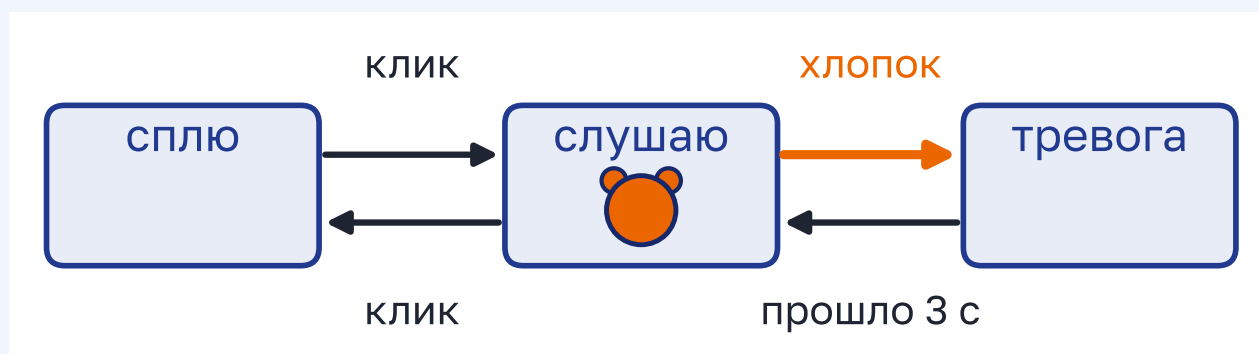


Рисунок 7.2 – Мишка – фишка в одной из комнат. Каждая дверь открывается только своим событием

Сейчас Мишка в комнате «слушаю». Кликнули по лапе – он уходит спать, хлопнули в ладоши – в «тревогу». Тайм-аут в этой комнате ничего не откроет: двери с такой надписью отсюда нет.

Запомни. Порядок придумывания: режимы → что их переключает → что делать при входе. Событие без своей стрелки из текущего состояния пропадает. Таймер Садовника срабатывает один раз и запускается заново, таймер КиберМишки (по справке) тикает, пока его не остановят.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 7.3 – Порог – как планка на прыжках в высоту. Событие случается в тот миг, когда сигнал перепрыгнул планку

Пока сигнал под планкой, Мишка молчит. Перепрыгнул – одно событие. Сколько бы сигнал ни висел над планкой потом, второго события не будет, пока он не опустится и не прыгнет снова.

Запомни. Шкала датчика 0–4095 – это 12 бит. Событие по порогу – это переход через порог, а не каждый отсчёт над ним. «Интервал срабатывания» глушит эхо. Остаток от деления байта на 4 – две последние двоичные цифры.

Запомни. Трассировка – таблица, строка за строкой. Направо – по часовой стрелке $C \rightarrow B \rightarrow Y \rightarrow Z$. Меньше команд – значит, меньше поворотов. Клеток в рамке поля $W \times H$: $2 \cdot (W + H) - 4$.

Разбор для старта

Задача 7.1 Куда ушёл Садовник

разминка · исполнитель Садовник, трассировка, координаты на поле, повороты

Поле – 6 столбцов и 5 строк, клетки нумеруются с нуля: x – слева направо, y – сверху вниз, север – вверх. Садовник стоит в клетке $(1; 3)$ и смотрит на север. Он выполнил программу:

Вперёд, Вперёд, Повернуть направо, Вперёд, Вперёд, Повернуть направо, Вперёд, Повернуть налево, Вперёд, Назад, Повернуть направо, Вперёд.

В какой клетке он оказался и куда смотрит? В ответ введи x , y и букву стороны света (С, В, Ю или З) через пробел.

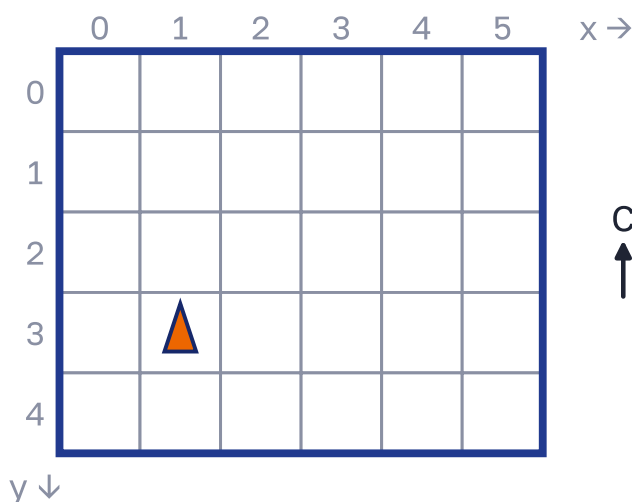


Рисунок 7.4 – Поле 6×5 . Треугольник – Садовник, остриё показывает, куда он смотрит

Дано: старт $(1; 3)$, смотрит на С; 12 команд; на север y уменьшается, на восток x растёт.

Найти: конечная клетка и направление.

Решение

Шаг 1. Правила движения. Запишем, как каждая команда меняет координаты:

- «Вперёд»: на С – y минус 1, на Ю – y плюс 1, на В – x плюс 1, на З – x минус 1;
- «Назад» – наоборот, а направление не меняется;
- повороты меняют только направление: направо – по кругу С $\rightarrow$ В $\rightarrow$ Ю $\rightarrow$ З, налево – в обратную сторону.

Шаг 2. Трассировка. Ведём таблицу, строка на команду.

Таблица 7.1

№	Команда	Куда смотрит	x	y
–	старт	С	1	3
1	Вперёд	С	1	2
2	Вперёд	С	1	1
3	Направо	В	1	1
4	Вперёд	В	2	1
5	Вперёд	В	3	1
6	Направо	Ю	3	1

№	Команда	Куда смотрит	x	y
7	Вперёд	Ю	3	2
8	Налево	В	3	2
9	Вперёд	В	4	2
10	Назад	В	3	2
11	Направо	Ю	3	2
12	Вперёд	Ю	3	3

Разберём строку 8, она самая коварная. Садовник смотрит на юг, то есть на рисунке – вниз, к тебе. Его левая рука – на востоке. Поэтому «налево» из Ю даёт В: по кругу С → В → Ю → 3 шаг назад от Ю – это В.

Шаг 3. Не вышли ли за поле. По ходу таблицы x был от 1 до 4, y – от 1 до 3. Поле – x от 0 до 5, y от 0 до 4. В перегородку Садовник ни разу не шагнул, программа доработала до конца.

Проверим кодом. Строки после # – пояснения, Python их не читает.

```
krug = "СВЮЗ" # стороны света по часовой стрелке
shag = {"С": (0, -1), "В": (1, 0), "Ю": (0, 1), "З": (-1, 0)}
x, y, d = 1, 3, "С" # старт
prog = "ВВПВВПВЛВНПВ" # В – вперёд, Н – назад, П – направо, Л – налево
for c in prog:
    dx, dy = shag[d]
    if c == "В": x, y = x + dx, y + dy
    if c == "Н": x, y = x - dx, y - dy
    if c == "П": d = krug[(krug.index(d) + 1) % 4] # шаг по кругу вперёд
    if c == "Л": d = krug[(krug.index(d) - 1) % 4] # шаг по кругу назад
print(x, y, d) # 3 3 Ю
```

Словарь shag хранит, на сколько меняются x и y при шаге в каждую сторону. Запись krug.index(d) – номер буквы в строке "СВЮЗ", а % 4 – остаток от деления на 4: после 3 (номер 3) поворот направо даёт номер 4, остаток 0, то есть снова С.

⚠ Типичная ошибка. Шагая на север, прибавить 1 к y, как в тетради по математике. Здесь строки считаются сверху вниз, и север уменьшает y. Не меньше народу спотыкается в строке 8: поворачивают Садовника налево «как себя», на запад. Ещё бывает, что «Назад» понимают как разворот: Садовник при этом **не поворачивается**, он пятится.

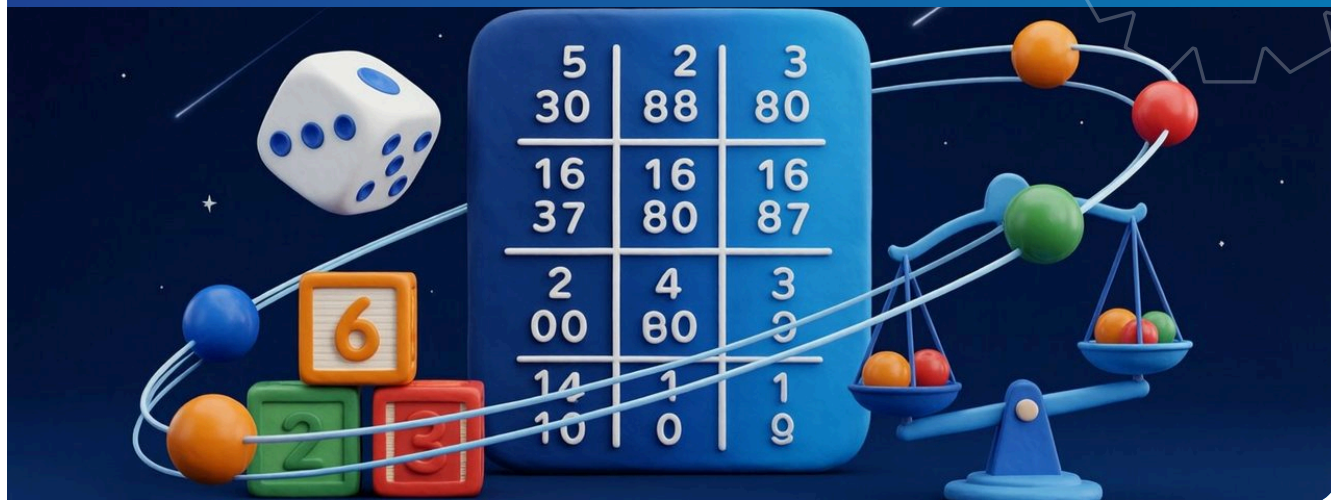
Ответ: 3 3 Ю.

Своя задача по программе сферы, модуль 8

Проверь себя

- 7.1.** То же поле 6×5 . Садовник стоит в клетке $(0; 0)$ и смотрит на восток. Программа: Вперёд, Вперёд, Вперёд, Повернуть направо, Вперёд, Вперёд, Повернуть направо, Вперёд, Повернуть налево, Вперёд. Где он окажется и куда будет смотреть? В ответ введи x , y и букву стороны света через пробел.
- 7.2.** Поле 6×5 , Садовник в клетке $(2; 1)$ смотрит на север. Ему нужно попасть в клетку $(0; 4)$, в какую сторону он будет смотреть в конце – неважно. Можно пользоваться всеми четырьмя командами движения и поворота. Сколько команд в самой короткой программе?
- 7.3.** Поле – 9 столбцов и 6 строк. Садовник стоит в $(0; 0)$ и смотрит на юг. Он обходит край поля **против** часовой стрелки, поворачивая налево, только когда впереди перегородка, сажает мяту в каждую крайнюю клетку и останавливается в последней клетке рамки. Сколько кустов мяты он посадит и сколько всего выполнит команд «Посадить», «Вперёд» и «Повернуть налево»? В ответ введи два числа через пробел.
- 7.4.** Задача наоборот. Садовник обошёл по краю квадратное поле так же, как в задаче 7.2, и посадил 36 роз. Сколько клеток в стороне квадрата и сколько всего команд «Посадить», «Вперёд» и «Повернуть направо» он выполнил? В ответ введи два числа через пробел.

Математика киберфизика



Здесь собрана школьная математика, без которой не решить задачи остальных глав: формулы, единицы, проценты, уравнения, логика, подсчёт вариантов и электронные таблицы. Все примеры – про сигналы и связь. В задачах сферы математика прячется внутри истории: в условии передатчик и тоны, а решать надо уравнение. Споткнулся в другой главе о проценты или килогерцы – загляни сюда.

НА ПАЛЬЦАХ

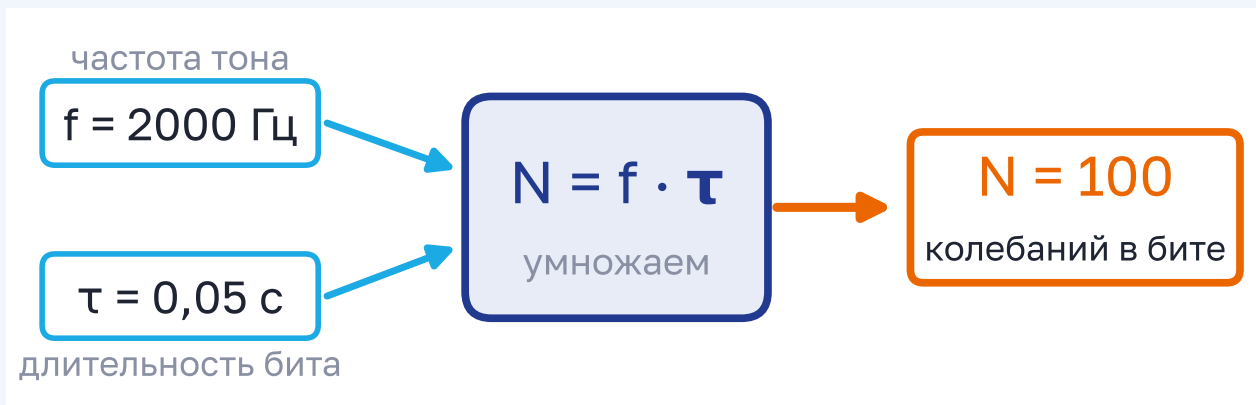


Рисунок 8.1 – Формула – как машинка с окошками: вставил числа, получил ответ

В окошки кладём частоту тона и длительность бита. Машинка умножает и выдаёт, сколько колебаний тона уместилось в один бит.

Запомни. Сначала скажи формулу словами, потом подставляй. Числа – в тех единицах, в которых записана формула: герцы, секунды, биты. Черта дроби делит и одновременно работает как скобки.

НА ПАЛЬЦАХ

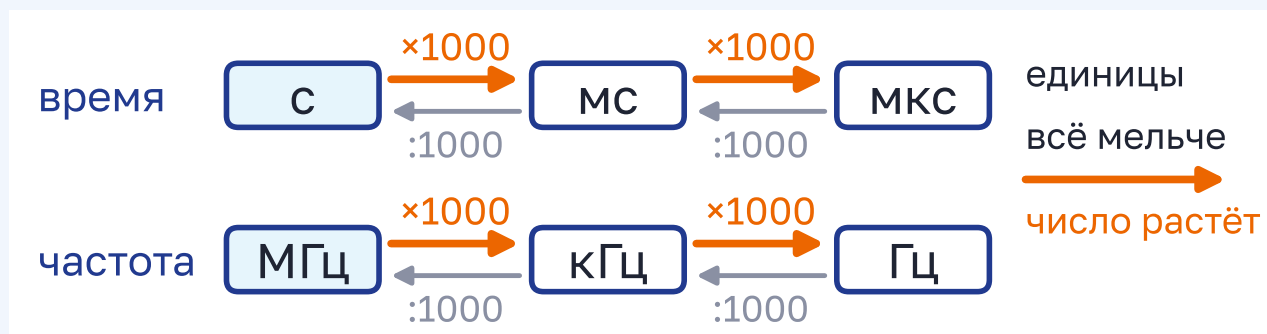


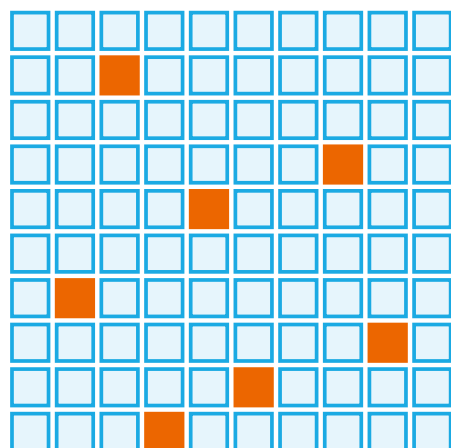
Рисунок 8.2 – Цепочки единиц: вправо, к более мелкой единице, – умножаем на 1000, влево – делим

Шагнул к мелкой единице – кусочки стали меньше, и их понадобилось больше. Поэтому вправо по цепочке число растёт.

Запомни. К более мелкой единице – умножаем, к более крупной – делим. Кило – тысяча, мега – миллион, милли – тысячная, микро – миллионная. 1 байт = 8 бит. Связь – по 1000 (кбит/с), память – по 1024 (Кбайт).

НА ПАЛЬЦАХ

отправили 100 пакетов



□ дошёл
■ потерялся

7 из 100 = 7 %

один процент – одна клетка из ста

Рисунок 8.3 – Сто пакетов, семь из них потерялись по дороге

Процент – одна клетка из ста. Потерялись 7 пакетов из 100 – потери 7 %.

Запомни. Долю в проценты – умножить на 100. «На сколько процентов» – от того, что было до. Прямая пропорция: больше времени – больше бит во столько же раз. Обратная: скорость выше в 3 раза – время меньше в 3 раза.

Запомни. С обеими частями уравнения делай одно и то же. Два неизвестных – нужны два уравнения. Одинаковые знаки у неизвестного – вычитай уравнения, разные – складывай. Ответ всегда проверяй подстановкой в оба уравнения.

Запомни. И – нужны оба, ИЛИ – хватит одного (и оба тоже годятся), НЕ – наоборот. У n входов таблица истинности из 2^n строк, пиши их двоичным счётом. Порядок: скобки, НЕ, И, ИЛИ.

Запомни. По шагам – умножай, по отдельным группам – складывай. Повторы разрешены – n^k . Повторы запрещены – каждый следующий множитель на единицу меньше. Запрет на первом месте уменьшает только первый множитель.

Запомни. Формула начинается с «=». При протягивании обычные адреса едут, а адреса с долларами стоят на месте. Пустая клетка – это ноль. Общий для всех строк порог держи в отдельной клетке и ссылайся на неё через \$.

Разбор для старта

Задача 8.1 Сколько колебаний в одном бите

разминка · формула, перевод кГц и мс, период, скорость передачи

Передачик отправляет биты звуком: бит 1 – тон частотой 2 кГц, бит 0 – тишина. Каждый бит длится 50 мс. а) Сколько колебаний тона укладывается в один бит 1? б) Какова скорость передачи в бит/с? в) Сколько миллисекунд длится одно колебание тона? Ответы введи через пробел.

Дано: $f = 2$ кГц; $\tau = 50$ мс.

Найти: N – ?; ν – ?; T – ? (в мс)

Решение

Шаг 1. Переводим единицы. Формулы записаны в герцах и секундах. $f = 2 \cdot 1000 = 2000$ Гц, $\tau = 50 : 1000 = 0,05$ с.

Шаг 2. Число колебаний. $N = f \cdot \tau = 2000 \cdot 0,05 = 100$ колебаний.

Шаг 3. Скорость передачи. Один бит длится 0,05 с. Сколько таких кусочков помещается в секунду? $\nu = 1 : \tau = 1 : 0,05 = 20$ бит/с.

Шаг 4. Период тона. $T = 1 : f = 1 : 2000 = 0,0005$ с. В миллисекунды: $0,0005 \cdot 1000 = 0,5$ мс.

Зайдём с другой стороны: в 50 мс по 0,5 мс на колебание помещается $50 : 0,5 = 100$ колебаний, столько же, сколько в шаге 2. А короткий путь из раздела 8.2 даёт то же без переводов: $50 \text{ мс} \cdot 2 \text{ кГц} = 100$.

 **Типичная ошибка.** Подставить числа как есть: $2 \cdot 50 = 100$ – случайно верно, но $1 : 50 = 0,02$ «бит/с» – уже чепуха, скорость вышла в тысячу раз меньше. Совпадение в шаге 2 случилось только потому, что «кило» и «милли» гасят друг друга. Надёжнее каждый раз переводить в герцы и секунды.

Ответ: 100 20 0,5.

Своя задача по программе сферы, модуль 4

Проверь себя

8.1. ИК-передатчик мигает с частотой 38 кГц, один бит длится 0,5 мс. Сколько вспышек укладывается в один бит? Какова скорость передачи в бит/с? Ответы введи через пробел.

8.2. Скорость звукового канала – 25 бит/с, и в каждом бите 1 успевает пройти 60 колебаний тона. Какова частота тона в герцах?

8.3. В кабинете три партии датчиков звука: 150 штук с браком 4 %, 250 штук с браком 2 % и 100 штук с браком 6 %. Какой процент брака во всех датчиках вместе?

8.4. По каналу отправили 2000 пакетов, 4 % из них потерялись. После ремонта антенны отправили ещё 2000, и потерялось 1,5 %. а) Сколько пакетов потерялось в первый и во второй раз? б) На сколько процентов уменьшилось число потерянных пакетов? Ответы введи через пробел.

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. Что такое киберфизическая система

1.1. Ответ: 5123.

1.2. Ответ: а) 15; б) 23.

Подсказка: модуль Wi-Fi ничего не измеряет и ничего не двигает – это передача.

1.3. Ответ: 24.

Подсказка: у обычного выключателя решает человек, у игры нет настоящего мира, у часов нет ни датчика, ни программы.

1.4. Ответ: 246.

К главе 2. Сигнал и его параметры

2.1. Ответ: 20 мс.

2.2. Ответ: 0,5 – половина периода; звуки гасят друг друга, и человек почти ничего не услышит.

Подсказка: сначала найди период: $1 : 250 \text{ с} = 4 \text{ мс}$.

2.3. Ответ: 250 Гц.

2.4. Ответ: амплитуда 60 ед., частота 2 Гц.

К главе 3. Разложение сигнала: спектр и фильтры

3.1. Ответ: 245.

3.2. Ответ: 3 0,5 нет.

Подсказка: выше суммы амплитуд $2 + 1 + 0,5 = 3,5$ сигнал не поднимется.

3.3. Ответ: 123.

3.4. Ответ: 23.

Подсказка: второй фильтр работает с тем, что осталось после первого: из волн 1, 2, 3 он убирает всё, что ниже 300 Гц.

К главе 4. Кодирование и системы счисления

4.1. Ответ: 101.

4.2. Ответ: Лёша записал 154, Юля прочитала 89, разница 65.

Подсказка: справа налево байт читается как 01011001.

4.3. Ответ: 01111111, это 127.

4.4. Ответ: MISHA.

Подсказка: отбрось первое показание; каждая стрелка – одна шестнадцатеричная цифра, например 4 и 13 – это $4 \cdot 16 + 13 = 77$, буква М.

К главе 5. Модуляция и каналы связи

5.1. Ответ: 11010010.

5.2. Ответ: 12 111001000011.

Подсказка: при 20 бит/с один бит длится 0,05 с – каждую длительность подели на 0,05.

5.3. Ответ: 60 60.

Подсказка: сначала переведи команды в биты по таблице: 10 00 11, потом каждый бит – 20 мс.

5.4. Ответ: 30 10100110.

Подсказка: порог должен быть выше самой громкой «тишины» (22) и ниже самого тихого тона (55).

К главе 6. ПРИМС: машины состояний в Кибериаде

6.1. Ответ: «Бегущий огонь».

Подсказка: второе долгое нажатие заставит гирлянду уже выключенной и пропадает.

6.2. Ответ: «Слабо»; ярко – 33 раза.

Подсказка: круг – 3 нажатия, $100 = 3 \cdot 33 + 1$; ярко загорается на 2-м, 5-м, 8-м... нажатии.

6.3. Ответ: 4 72 (пропали 4 нажатия, последний раз «А» наступило в 72 с).

6.4. Ответ: 3.

Подсказка: жми в первую же секунду, когда условие верно: раньше нажмёшь – раньше светофор вернётся в «А». Нажатия в 20, 62 и 104 с (круг 22 с плюс 20 с ожидания), зелёный пешеходам – в 23, 65 и 107 с.

К главе 7. Управление КиберМишкой

7.1. Ответ: 2 3 Ю.

7.2. Ответ: 6.

Подсказка: финиш сзади и левее – три шага «Назад», поворот налево и два шага вперёд.

7.3. Ответ: 26 54.

7.4. Ответ: 10 74.

Подсказка: клеток в рамке квадрата со стороной $n - 4$; реши $4n - 4 = 36$.

К главе 8. Математика киберфизика

8.1. Ответ: 19 2000.

8.2. Ответ: 1500 Гц.

Подсказка: сначала длительность бита $\tau = 1 : 25 = 0,04$ с, потом $f = N : \tau$ – треугольник из раздела 8.1.

8.3. Ответ: 3,4 %.

8.4. Ответ: 80 30 62,5.

Подсказка: сравнивай число потерянных пакетов с тем, что было до ремонта, – с 80; разница процентов 2,5 – это другой вопрос.

Справочник

Всё, что может понадобиться под рукой во время решения: числа и единицы, формулы и правила из глав, азбука Морзе, мини-шпаргалки по Кибериаде IDE, таблицам и Python, словарь и все «Запомни» из глав на нескольких страницах.

Шпаргалка: всё «Запомни» из глав

Глава 1. Что такое киберфизическая система

Запомни. В КФС всегда есть три роли: датчик, контроллер с прошивкой и исполнитель, и работают они с настоящим миром. Без датчиков система не узнает, что в мире что-то поменялось. Без исполнителей – узнает, но ничего не сможет с этим сделать.

Запомни. Звенья идут так: датчик → передача → обработка → управление → исполнитель, а через мир – снова датчик. Всё, что едет к контроллеру, – информационные сигналы. Всё, что уходит от него к исполнителям, – управляющие.

Запомни. Порог – число, с которым контроллер сравнивает показание датчика. Два порога дают коридор: пока показание внутри него, система ничего не переключает и держит прежнее состояние.

Запомни. Время реакции – сумма всех задержек от события до действия. Считают его по худшему случаю: ожидание опроса – целый период. Путь за это время – скорость в м/с, умноженная на время в секундах.

Запомни. Канал связи: источник → кодирующее устройство → среда → декодирующее устройство → получатель. Управление бывает по плану (вслепую) и с обратной связью (по датчикам). КФС нужно и то и другое: связь доставляет, управление решает.

Глава 2. Сигнал и его параметры

Запомни. Сигнал – изменение величины, в которое вложили смысл. Путь сигнала: источник → среда → приёмник. Контроллер понимает только напряжение, поэтому датчик переводит в него свет, звук и тепло.

Запомни. Аналоговый – плавный, любые значения (пандус). Цифровой – отдельные числа, между ними ничего нет (лестница). Чтобы получить из аналогового цифровой, сигнал измеряют через равные промежутки и округляют до ступеньки.

Запомни. Амплитуда – от среднего уровня до гребня, половина размаха. Период – время одного колебания, частота – сколько колебаний за секунду: $f = 1/T$, и период перед этим переводят в секунды. Громкость – амплитуда, высота тона – частота. Сдвиг на половину периода – противофаза: сигналы гасят друг друга.

Запомни. Отсчёт – одно измерение, дискретизация – измерения через равные промежутки. Частота дискретизации – сколько отсчётов за секунду: $N = f_d \cdot t$. На период сигнала приходится f_d/f отсчётов, и их должно быть больше двух.

Запомни. По уровню – сравниваем с порогом, по периоду – меряем время между повторами. Срабатывание – переход снизу вверх, а не каждая точка выше порога. Время отсчёта = номер · шаг, нумерация с нуля. n щелчков – это $n - 1$ промежутков.

Глава 3. Разложение сигнала: спектр и фильтры

Запомни. Волны складывают по точкам: в каждый момент значение суммы равно сумме значений. Потолок сложной волны – сумма амплитуд, пол – та же сумма с минусом.

Запомни. Осциллограмма – сигнал во времени, спектр – сигнал по частотам. На спектре один столбик – одна простая волна: место столбика – частота, высота – амплитуда. Обертоны музыкального звука стоят на частотах, кратных основной: в 2, 3, 4 раза выше.

Запомни. Медленное – низкие частоты, быстрое – высокие. ФНЧ пропускает то, что ниже частоты среза, ФВЧ – то, что выше. Фильтр смотрит только на частоту волны; её амплитуда ему не важна.

Запомни. Скользящее среднее: окно из k соседних чисел, их среднее – под середину окна, шаг на одно число. Из n чисел выходит $n - k + 1$ средних. Шире окно – глаже линия, но меньше деталей.

Запомни. Несущая быстрая и переносит энергию, огибающая медленная и несёт сообщение. Чтобы достать огибающую, сигнал выпрямляют, потом сглаживают. Колебаний несущей в одном кусочке сообщения: частота несущей $\times$ длительность кусочка.

Запомни. Аномалию находят сравнением: число – с соседями, спектр – со спектром исправной машины, кусок сообщения – с другими копиями. Выброс чистят до сглаживания, иначе он расползётся.

Глава 4. Кодирование и системы счисления

Запомни. Бит – одна двоичная цифра, байт – 8 бит. В n бит помещается 2^n разных кодов, в байт – 256, это числа от 0 до 255. Сколько бит нужно на M сообщений: найди первую степень двойки, которая не меньше M . Вниз не округляют никогда.

Запомни. Веса двоичных мест справа налево: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Из двоичной – сложи веса под единицами. В двоичную – набирай число гирями, начиная с самой тяжёлой, или дели на 2 и читай остатки снизу вверх. Байт – это всегда 8 цифр: недостающие нули пиши слева.

Запомни. $A = 10$, $B = 11$, $C = 12$, $D = 13$, $E = 14$, $F = 15$. Одна шестнадцатеричная цифра – четыре бита, байт – две цифры. Двоичное число режь на четвёрки справа. В десятичную: старшая цифра $\cdot 16$ + младшая; обратно – дели на 16 с остатком.

Запомни. $t = I : v$: биты делим на бит/с, получаем секунды. Один бит длится $1 : v$ секунды. Байты сначала умножь на 8, килобиты в секунду – на 1000. Служебные биты тоже едут по каналу.

Запомни. Бит чётности делает число единиц чётным. На приёме нечётно – ошибка есть, но где она, неизвестно; двух ошибок сразу он не замечает. Контрольная сумма – сумма всех чисел, её правило (например, остаток от деления на 256) всегда даётся в условии.

Запомни. Морзе: точка 1, тире 3, паузы 1 – 3 – 7 (внутри буквы, между буквами, между словами). Чтобы узнать длительность слова, сложи все тоны и все паузы между ними.

Запомни. Равномерный код режут на куски одной длины. Неравномерный читается без разделителей, если ни одно кодовое слово не служит началом другого. Читают его по одному биту: совпало со словом из словаря – отрезай.

Глава 5. Модуляция и каналы связи

Запомни. Модуляция – сообщение «сажают» на несущую, меняя её амплитуду (АМ) или частоту (ЧМ). Демодуляция – приёмник достаёт сообщение обратно. Сообщение делят на кусочки одинаковой длительности τ , по одному биту в каждом.

Запомни. АМ: громко – 1, тихо (или тишина) – 0. Запись режут на кусочки по τ и в каждом смотрят размах. Длинная пачка – несколько одинаковых бит подряд: длительность пачки делим на τ . Колебаний несущей в одном бите: $n = f \cdot \tau$.

Запомни. ЧМ: высокий тон – одно значение бита, низкий – другое, какое именно – договариваются заранее. Частота по графику: $f = n : \tau$ или $f = 1 : T$. ЧМ меньше боится расстояния и шума, чем АМ. Частоты выбирают внутри рабочего диапазона, вдали от шума и друг от друга.

Запомни. Канал: передатчик → среда → приёмник. Звук: 340 м/с, огибает преграды, боится шума и эха. ИК: почти мгновенно, нужна прямая видимость, мешают солнце и лампы. Задержка в пути $t = s : v$.

Запомни. $t = I : v$, где I – все биты вместе со стартовой меткой, паузами и проверочными битами. Доля ошибок = ошибочные биты : отправленные · 100 %. Повтор трижды с голосованием исправляет одну ошибку в тройке, но удлинняет сообщение втрое.

Запомни. Два канала сразу дают на выбор надёжность (одно и то же дважды) или скорость (сообщение поделили). Два передатчика на разных частотах разделяет спектр, и у каждого свой порог. Время поделённой передачи – по тому каналу, который закончит позже.

Глава 6. ПРИМС: машины состояний в Кибериаде

Запомни. Состояние – это режим, в котором устройство сейчас. Машина всегда в одном состоянии и остаётся в нём, пока её не переключат. Чёрная точка показывает, откуда машина начинает.

Запомни. Подпись стрелки: событие [условие] / действие. Событие ищут только среди стрелок из текущего состояния. Нет стрелки или условие неверно – машина стоит на месте. Действие выполняется при переходе.

Запомни. Трассировка: состояние – событие – есть ли стрелка из **этого** состояния – верно ли условие – новое состояние. Одна строка на событие, без прыжков через шаги. Таймер считает с момента входа в состояние.

Запомни. Вложенное состояние первым отвечает на событие. Нет у него своей стрелки – отвечает рамка. Вошёл в рамку – попал в её начальное состояние. Одна стрелка от рамки заменяет по стрелке из каждого вложенного состояния.

Запомни. Тупик – нет выхода. Недостижимое – нет пути из начального (проверяй обводкой, а не поиском входящей стрелки). Две стрелки с одним событием из одного состояния – условия не должны пересекаться.

Глава 7. Управление КиберМишкой

Запомни. Исполнитель выполняет только команды из своего списка. У КиберМишки датчики присылают **события** и **значения**, а глаза, матрица, пищалка и ИК-светодиод выполняют **действия**. Садовник: «Вперёд» и «Назад» – на клетку без поворота, повороты – на месте; на север y уменьшается.

Запомни. Порядок придумывания: режимы → что их переключает → что делать при входе. Событие без своей стрелки из текущего состояния пропадает. Таймер Садовника срабатывает один раз и запускается заново, таймер КиберМишки (по справке) тикает, пока его не остановят.

Запомни. Шкала датчика 0–4095 – это 12 бит. Событие по порогу – это переход через порог, а не каждый отсчёт над ним. «Интервал срабатывания» глушит эхо. Остаток от деления байта на 4 – две последние двоичные цифры.

Запомни. Трассировка – таблица, строка за строкой. Направо – по часовой стрелке $C \rightarrow B \rightarrow Y \rightarrow 3$. Меньше команд – значит, меньше поворотов. Клеток в рамке поля $W \times H$: $2 \cdot (W + H) - 4$.

Глава 8. Математика киберфизика

Запомни. Сначала скажи формулу словами, потом подставляй. Числа – в тех единицах, в которых записана формула: герцы, секунды, биты. Черта дроби делит и одновременно работает как скобки.

Запомни. К более мелкой единице – умножаем, к более крупной – делим. Кило – тысяча, мега – миллион, милли – тысячная, микро – миллионная. 1 байт = 8 бит. Связь – по 1000 (кбит/с), память – по 1024 (Кбайт).

Запомни. Долю в проценты – умножить на 100. «На сколько процентов» – от того, что было до. Прямая пропорция: больше времени – больше бит во столько же раз. Обратная: скорость выше в 3 раза – время меньше в 3 раза.

Запомни. С обеими частями уравнения делай одно и то же. Два неизвестных – нужны два уравнения. Одинаковые знаки у неизвестного – вычитай уравнения, разные – складывай. Ответ всегда проверяй подстановкой в оба уравнения.

Запомни. И – нужны оба, ИЛИ – хватит одного (и оба тоже годятся), НЕ – наоборот. У n входов таблица истинности из 2^n строк, пиши их двоичным счётом. Порядок: скобки, НЕ, И, ИЛИ.

Запомни. По шагам – умножай, по отдельным группам – складывай. Повторы разрешены – n^k . Повторы запрещены – каждый следующий множитель на единицу меньше. Запрет на первом месте уменьшает только первый множитель.

Запомни. Формула начинается с «=». При протягивании обычные адреса едут, а адреса с долларами стоят на месте. Пустая клетка – это ноль. Общий для всех строк порог держи в отдельной клетке и ссылайся на неё через \$.

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.