



НТО ЮНИОРЫ 2026/27 · СФЕРА

Космотех

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

Космотех

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 «Космотех» 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	4
Как вводить ответы на отборе	5
Что понадобится	5
План на месяц до отбора	14
Родителям и наставникам	14
Честно об этой книге	14
Глава 1 Космос и космонавтика: что нужно знать	16
Глава 2 Сила, движение и невесомость	20
Глава 3 Инженерная математика: единицы, объёмы, проценты	25
Глава 4 Орбиты: как летают спутники	29
Глава 5 3D-моделирование: объёмы и массы в Компас-3D	34
Глава 6 Электроника: ток, напряжение, сопротивление	46
Глава 7 Программирование: Arduino и Python	50
Глава 8 Пикоспутник: энергия, связь и циклограмма полёта	56
Ответы и решения	61
Справочник	64
Шпаргалка: всё «Запомни» из глав	64

Как устроена эта книга

Эта книга – тренажёр для отборочного этапа сферы «Космотех» 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. Кружок и дорогое оборудование не нужны: почти всё решается на бумаге, с калькулятором и в бесплатных программах. Если совсем мало времени – есть отдельная короткая книжка «Быстрый старт»: главное из каждой главы.

Для кого эта книга

- Для школьников **5–7 классов**, которые выбрали (или думают выбрать) сферу «Космотех».
- Для тех, кто **ещё не проходил** физику или программирование в школе. Каждая тема начинается с самого начала.
- Для **наставников и родителей**, которые хотят помочь. Для них есть отдельный раздел в конце введения.

Как устроен отбор

Таблица В.1

Когда	Что происходит
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: ввести число, выбрать верные варианты, сопоставить, расставить строки программы по порядку, написать короткую программу.
- Руководитель сферы на вебинаре в сентябре 2026 года сказал, что на отборе не бывает задач, которых нет в образовательном курсе сферы. Поэтому книга построена по программе сферы: космонавтика, физика и математика, 3D-моделирование, электроника, программирование и работа с пикоспутником.
- За тест бесплатного курса своей сферы дают **+5 баллов** к отбору. Курс – на academy.junior.online, вход через «Талант». Бонус нужно включить самому в личном кабинете до конца отбора.

- Финал – **командный**: конструктор, программист и схемотехник вместе решают одну большую инженерную задачу.

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	Глава
Знания о космосе и космонавтике	1. Космос и космонавтика
Физика: движение, сила, невесомость	2. Сила, движение и невесомость
Математика: формулы, фигуры, проценты, единицы	3. Инженерная математика
Как летают спутники	4. Орбиты
Моделирование в «Компас-3D»	5. 3D-моделирование
Электроника: ток, напряжение, сопротивление, батареи	6. Электроника
Arduino IDE, Python или C/C++	7. Программирование
Спутник целиком: энергия, связь, циклограмма	8. Пикоспутник

Главы 1–4 можно читать в любом порядке. Для главы 5 нужен компьютер с «Компас-3D». Главу 6 лучше прочитать раньше главы 7, а главу 8 – после глав 3, 4 и 6: в ней собрано всё вместе.

Как пользоваться книгой

В каждой главе – теория и разборы задач:

1. **Теория.** Коротко и по делу, с рисунками. Самое важное собрано в рамках «Запомни». Все «Запомни» из всех глав повторяются в конце книги, в шпаргалке.
2. **Разбираем задачи.** Задачи такие же, как на отборе, и к каждой – решение по шагам: что дано, что делаем и почему, где обычно ошибаются, какой ответ получился и похож ли он на правду. Сразу после разбора – две похожие задачи **«Реши сам»**: сначала посмотри, как решают, потом реши сам похожую.
3. **Ответы.** Ответы к «Реши сам» – в конце книги, в разделе «Ответы и решения». Там не только число, но иногда и короткая подсказка, если задача с подвохом.

Хочешь пробежаться по всей программе быстро – есть отдельная короткая книжка **«Быстрый старт»** (около 50 страниц): 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 два уровня. Обычная задача – без пометки. У трудных задач рядом с номером стоит звёздочка (*) – в них нужно несколько идей сразу, труднее, чем на отборе. Лёгкие задачи, с одного действия, помечены словом «разминка».

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: «по мотивам задачи отборочного этапа» – значит, похожая задача была на отборе прошлых лет (мы пересказали её своими словами и поменяли числа), «своя задача по программе сферы» – значит, мы придумали её по теме из программы 2026/27 года.

Как вводить ответы на отборе

Так было на отборочных этапах прошлых лет. 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: в литрах, граммах, миллисекундах.
- **Дробную часть** на сайте обычно отделяют **точкой**: 2.03, а не 2,03. В книге мы пишем по-русски, через запятую.
- **Округляй так, как сказано в условии.** «С точностью до 0,5 литра» значит, что ответ можно дать и точнее, но не грубее. Промежуточные результаты не округляй – только ответ.
- **Запасы округляй вверх.** Если воды, батарей или топлива должно хватить, 9,2 суток превращаются в 10.
- **У каждого могут быть свои числа.** В некоторых задачах условие генерируется для каждого участника отдельно, так что списать ответ не выйдет.
- **Попытки ограничены.** Сначала реши на бумаге или проверь программу в песочнице (Wokwi, онлайн-Python), и только потом вводи ответ.

Что понадобится

- Тетрадь в клетку, карандаш, линейка.
- Калькулятор, который умеет корни и степени. Подойдёт телефон в режиме «инженерный калькулятор».
- Компьютер с интернетом – для глав 5 и 7 и для задач, где нужно что-то найти:
 - **«Компас-3D»** – российская программа для 3D-моделирования, у неё есть бесплатная версия для учёбы (kompas.ru);
 - **Wokwi** (wokwi.com) – симулятор Arduino и электронных схем прямо в браузере, ничего ставить не нужно;
 - **Arduino IDE** – по желанию, если есть настоящая плата. Для подготовки к отбору хватит симулятора; программу для настоящей платы поможет поставить педагог кружка.

- **Python** – любой онлайн-интерпретатор или программа Python с сайта python.org (в ней есть простой редактор IDLE).

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.1 – 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.

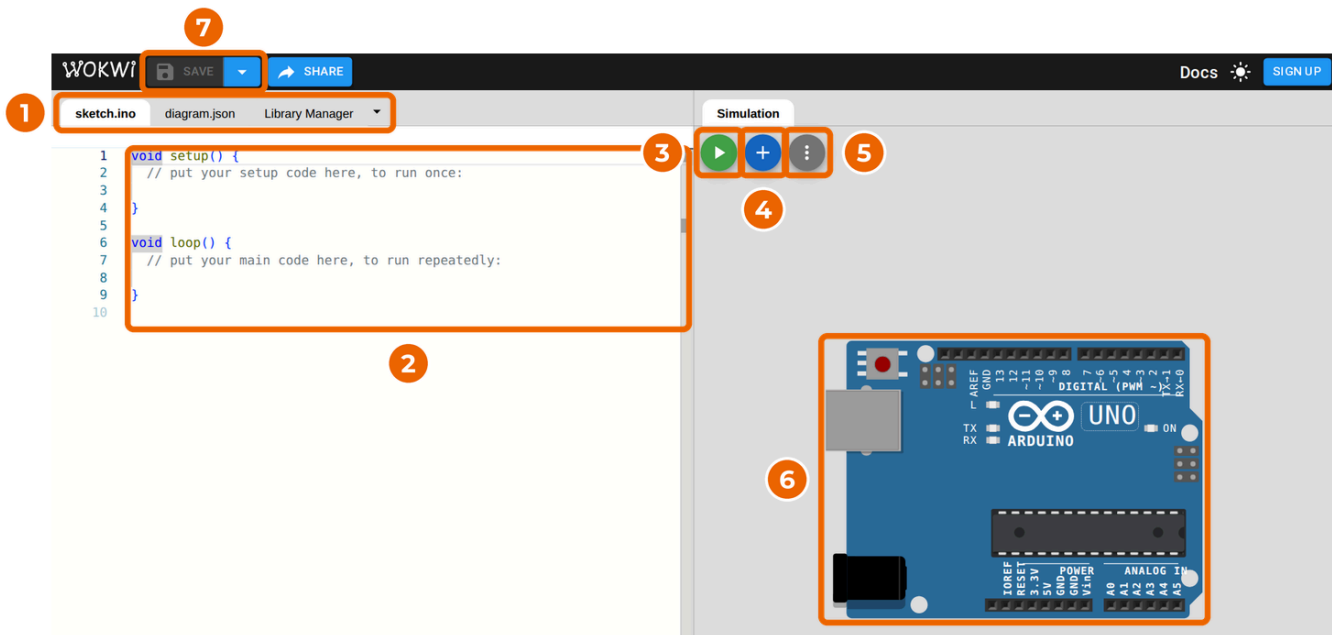


Рисунок В.2 – Окно Wokwi

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.

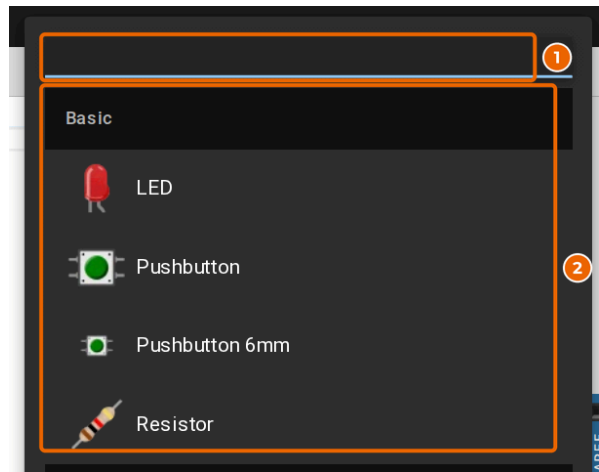


Рисунок В.3 – Список деталей: строка поиска (1) и раздел «Basic» (2)

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.4 – 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.

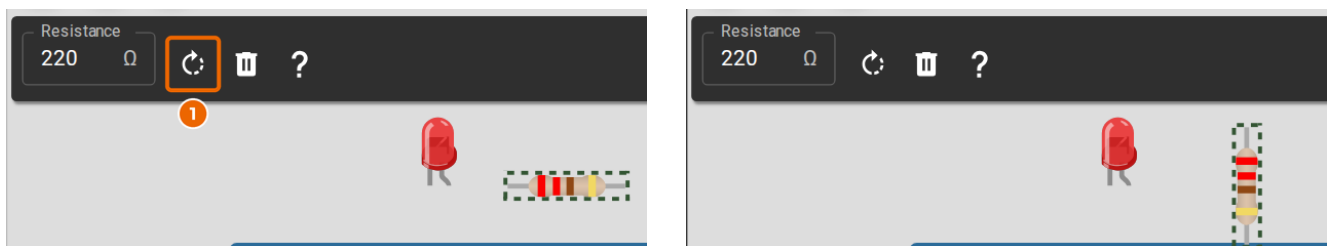


Рисунок В.5 – Поворот: слева резистор лежит, справа – после нажатия «Rotate» (1) он встал вертикально

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.

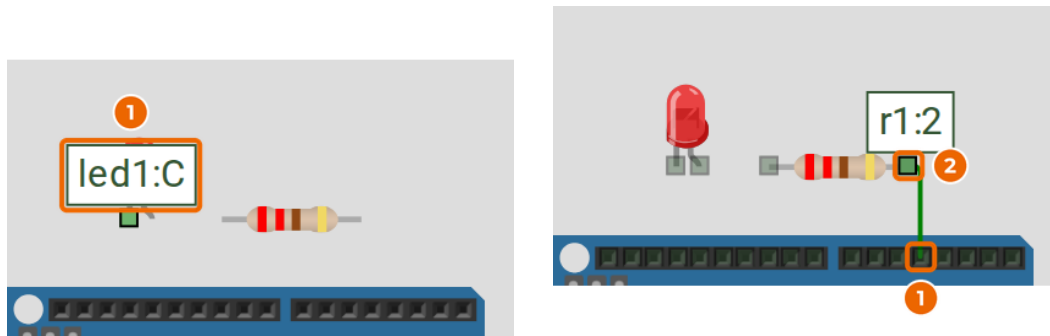


Рисунок В.6 – Слева – подпись ножки при наведении (1), справа – провод тянется от ножки 4 (1) к ножке r1:2 резистора (2)

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).

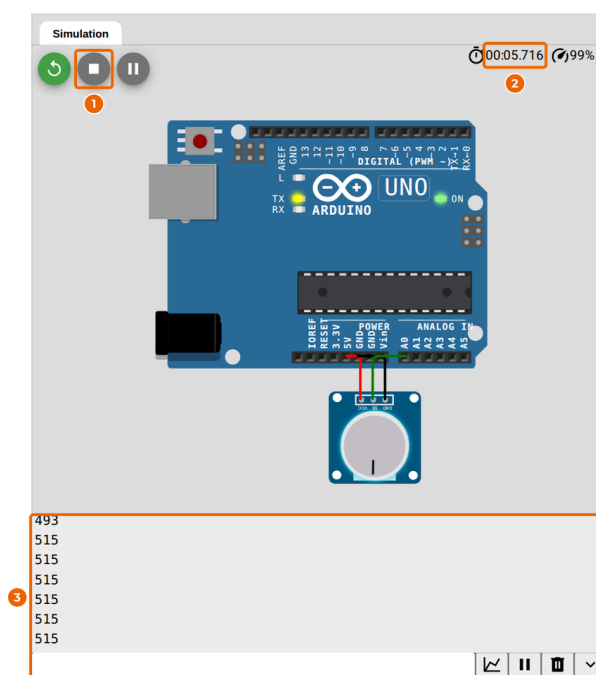


Рисунок В.7 – Идёт симуляция: «Stop the simulation» (1), время (2), монитор порта (3)

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`.

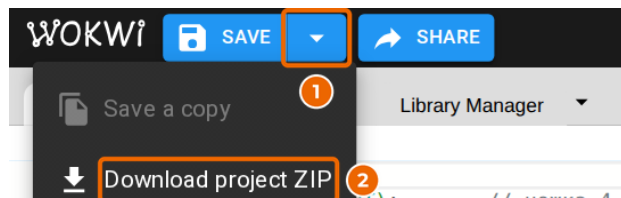


Рисунок В.8 – Меню рядом с «Save»

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.

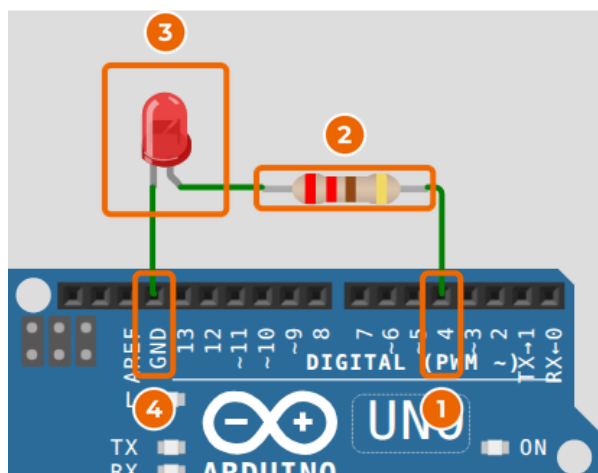


Рисунок В.9 – Схема мигалки

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
}
```

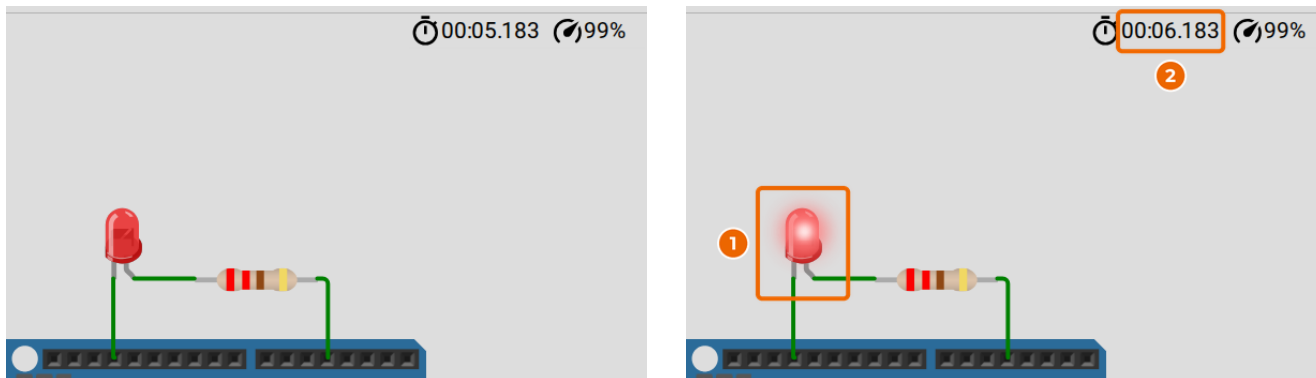


Рисунок В.10 – Слева светодиод не горит, справа горит (1); время симуляции – (2)

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).

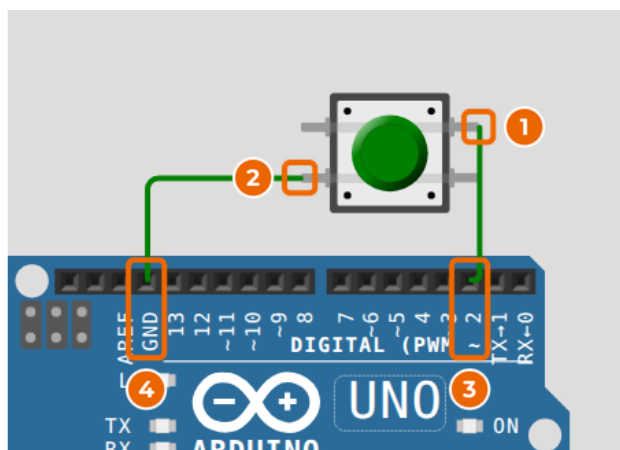


Рисунок В.11 – Схема с кнопкой

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.

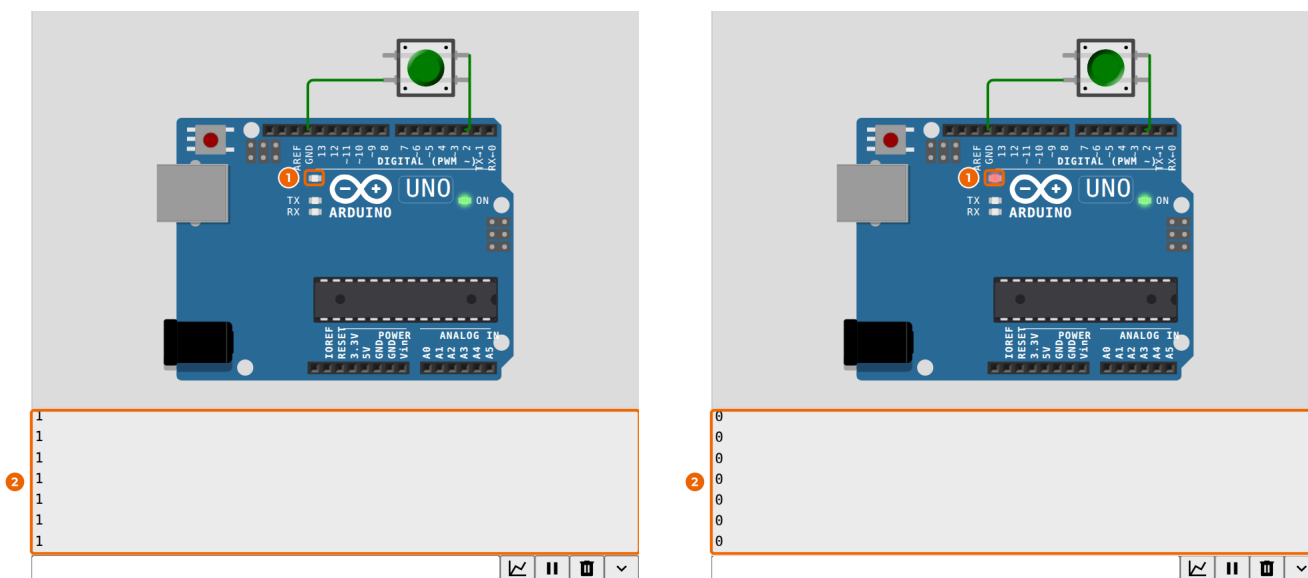


Рисунок В.12 – Слева кнопка отпущена, справа нажата: лампочка L (1) и монитор порта (2)

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).

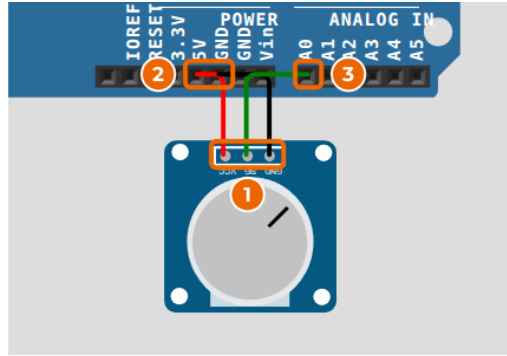


Рисунок В.13 – Схема с потенциометром

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.

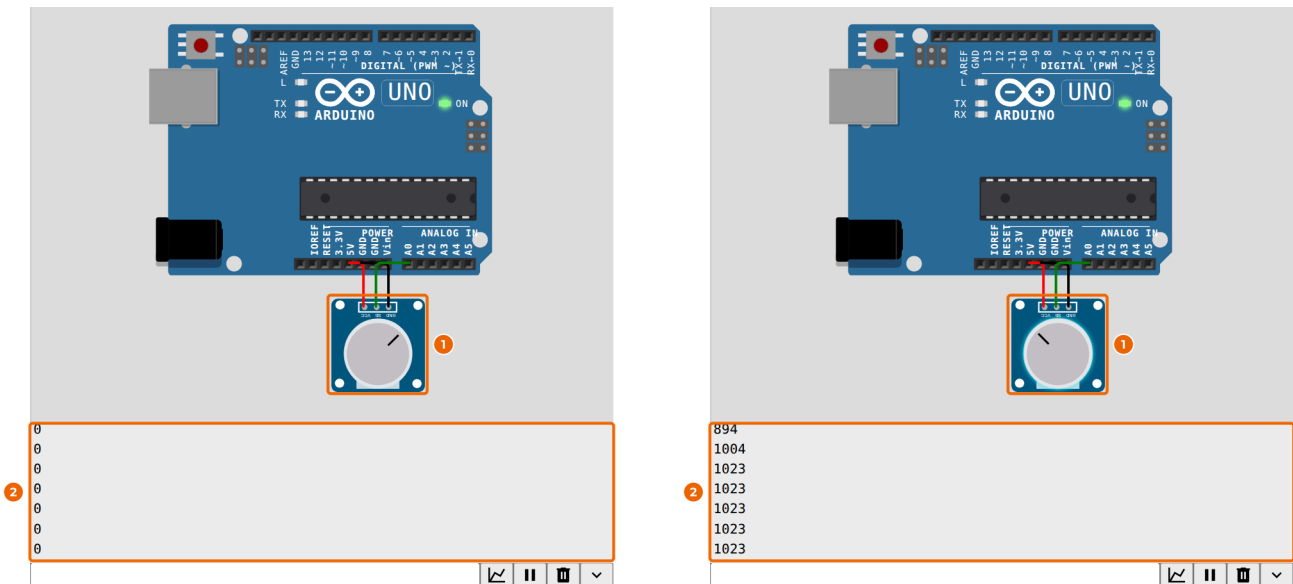


Рисунок В.14 – Слева ручка в одном крайнем положении, справа – в другом: ручка (1) и монитор порта (2)

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 1–3	каждый день решать «Реши сам» по свежим разборам
2	главы 4–5	поставить «Компас-3D», повторить модели из разборов
3	главы 6–7	собрать схемы и программы из разборов в Wokwi, RC-цепь – в Tinkercad
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 попытка прошла неудачно, вернись к главам, где потерял баллы, и иди на вторую.

Родителям и наставникам

- **Помогайте разбираться, но не решайте за ребёнка.** Разработчики сферы прямо просят об этом: на командном финале сразу видно, кто решал 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.** Детей чаще всего останавливает не сложность, а «что-то зависло» или «непонятно, куда нажать».
- **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 сферы «Космотех» 2026/27, записям вебинаров сферы и сборникам задач отборочных этапов прошлых лет (сфера тогда называлась «Технологии для космоса»). Задачи прошлых лет пересказаны своими словами, с новыми числами и новыми ответами.

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.

Космос и космонавтика: что нужно знать



На отборах прошлых лет первая группа задач была на эрудицию: планеты и спутники, кометы, история космонавтики, типы космических аппаратов. Считать там почти не приходится. Нужно выбрать все верные утверждения, сопоставить пары, расставить тела по размеру или события по дате, заполнить таблицу галочками. Часть ответов ты вспомнишь сразу, остальное придётся быстро проверить поиском – эта глава учит и тому, и другому.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 1.1 – Солнечная система в масштабе футбольного мяча

Если уменьшить Солнце до футбольного мяча, Земля станет крупинкой пшена на другом конце спортзала. Космос почти весь – пустота.

Запомни. Три «самых»: больше всех – Юпитер, меньше всех – Меркурий, горячее всех – Венера, хотя ближе всех к Солнцу не она. Первые четыре планеты – маленькие и каменные, последние четыре – гиганты, и кольца есть у каждого из них. Две первые планеты ходят без спутников.

НА ПАЛЬЦАХ

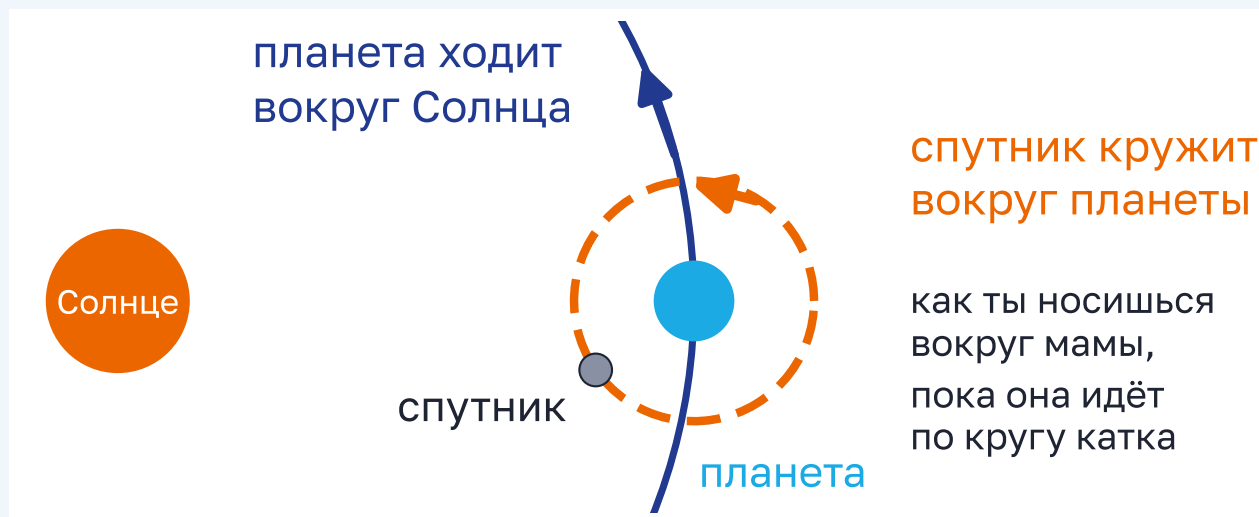


Рисунок 1.2 – Так Луна кружит вокруг Земли, пока Земля за год обходит Солнце

Спутник кружит вокруг планеты, а вместе они – вокруг Солнца.

НА ПАЛЬЦАХ

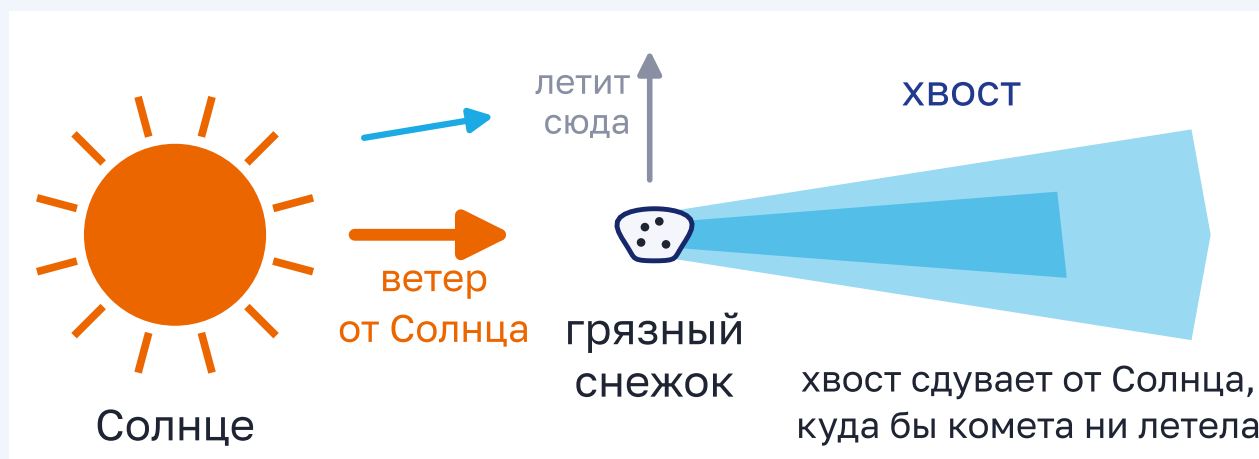


Рисунок 1.3 – Хвост смотрит от Солнца, даже когда комета летит вбок

Комета – грязный снежок. У Солнца он подтаивает, а солнечный ветер сдувает пар в сторону, как ветер – дым от костра.

Запомни. Хвост работает как указатель: продолжи его через голову кометы – и упрёшься в Солнце. Орбита замкнута – комета ещё прилетит, не замкнута – видим её в первый и последний раз. Метеор – вспышка в небе, метеорит – камень, который можно подержать в руках.

Запомни. Почти все «первые» уложились в 14 лет – с 1957 по 1971 год. Держи в голове опорные года: 1957 – спутник, 1961 – Гагарин, 1965 – Леонов, 1969 – люди на Луне, 1970 – сразу три «первых» (грунт, луноход, посадка на Венеру). Любую другую дату ставь относительно них.

Запомни. Тип аппарата выдаёт высота. Сотни километров – там снимают Землю и живут на станции. Около 19 тысяч – навигация. Почти 36 тысяч над экватором – связь и погода. Улетел от Земли насовсем – межпланетная станция. А разница между кораблём и станцией простая: корабль людей возит, на станции люди живут.

Разбор для старта

Задача 1.1 Узнай планету по визитке

разминка · планеты Солнечной системы, сопоставление

Сопоставь описания и планеты. Одна планета лишняя.

1. Самая горячая планета: у поверхности около $+460^{\circ}\text{C}$, облака из серной кислоты.
2. Её средняя плотность меньше плотности воды, а кольца видны даже в школьный телескоп.
3. Вращается «лёжа на боку» – ось наклонена почти на 98° .
4. Здесь находится гора Олимп высотой около 22 км.
5. Самая маленькая планета и самая близкая к Солнцу; год на ней длится 88 земных суток.
6. Её сначала вычислили на бумаге и только потом нашли в телескоп.

Планеты: **А** – Меркурий, **Б** – Венера, **В** – Марс, **Г** – Юпитер, **Д** – Сатурн, **Е** – Уран, **Ж** – Нептун.

Дано: 6 описаний, 7 планет.

Найти: пары «описание – планета».

Решение

Шаг 1. Самые узнаваемые визитки. «Самая горячая» – Венера (1 – Б). «Самая маленькая и ближайшая к Солнцу» – Меркурий (5 – А). Олимп – вулкан на Марсе (4 – В).

Шаг 2. Кольца и плотность. Кольца есть у всех гигантов, так что «кольца» сами по себе не подсказка. Но плотность меньше воды – только у Сатурна ($0,69\text{ г/см}^3$), и его кольца самые яр-

кие (2 – Д).

Шаг 3. Оставшиеся два. «Лёжа на боку» – Уран (З – Е). Открытие «на кончике пера» по расчётам – Нептун (6 – Ж).

Шаг 4. Кто остался без пары. Каждая буква ушла по одному разу, а Юпитер (Г) остался не у дел – та самая лишняя планета из условия.

 **Типичная ошибка.** Ответить «Меркурий» на описание 1: «он же ближе всех к Солнцу, значит, самый горячий». Но у Меркурия почти нет атмосферы, и тепло не держится, а плотная углекислая атмосфера Венеры работает как толстое одеяло.

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

Своя задача по программе сферы, модуль 1

Проверь себя

1.1. Какая планета – шестая по счёту от Солнца?

1.2. Выбери все планеты, у которых нет ни одного спутника: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

1.3. Выбери все верные утверждения.

- **А.** Венера горячее Меркурия, хотя она дальше от Солнца.
- **Б.** У Марса два спутника – Фобос и Деймос.
- **В.** Кольца есть только у Сатурна.
- **Г.** Атмосфера Марса плотнее земной.
- **Д.** С 2006 года Плутон считают карликовой планетой.
- **Е.** Один оборот вокруг своей оси Венера делает дольше, чем один оборот вокруг Солнца.
- **Ж.** Уран – самая далёкая от Солнца планета.

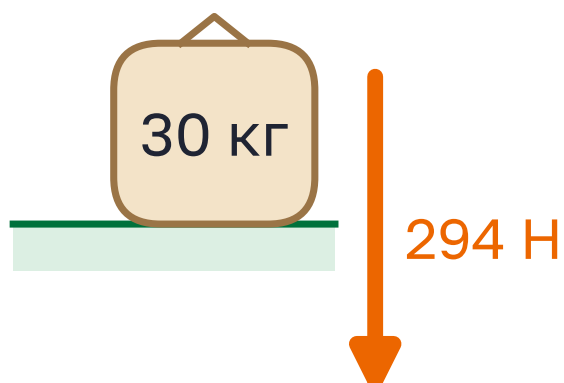
1.4. Во сколько раз диаметр Юпитера больше диаметра Земли? Возьми диаметры из таблицы раздела 1.1 и округли ответ до целых.

Сила, движение и невесомость



Почему космонавты на МКС плавают по станции, хотя Земля тянет их почти так же сильно, как тебя в школьном коридоре? Куда поплывёт воздушный шарик, если в кабине корабля включить двигатель? Как ракета разгоняется там, где не от чего оттолкнуться? На отборе такие вопросы бывают двух видов: «подумай и выбери, что произойдёт» и короткий счёт по одной-двум формулам. Первые коварнее: ответ кажется ясным сразу, а правильный часто оказывается наоборот.

На Земле



На Луне



масса одна и та же, а тянет планета по-разному

Рисунок 2.1 – Один и тот же мешок картошки на Земле и на Луне

Картошки в мешке столько же – это масса. А тянет его Луна в 6 раз слабее – это сила тяжести.

Запомни. Масса в килограммах от планеты не зависит. Сила – всегда в ньютонах: притяжение $F = m \cdot g$, у Земли $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Вес – тоже сила, это давление на опору; убрали опору – вес пропал, а притяжение осталось. Весы показывают не массу, а вес, делённый на 9,8, – поэтому на Луне они «врут».

НА ПАЛЬЦАХ

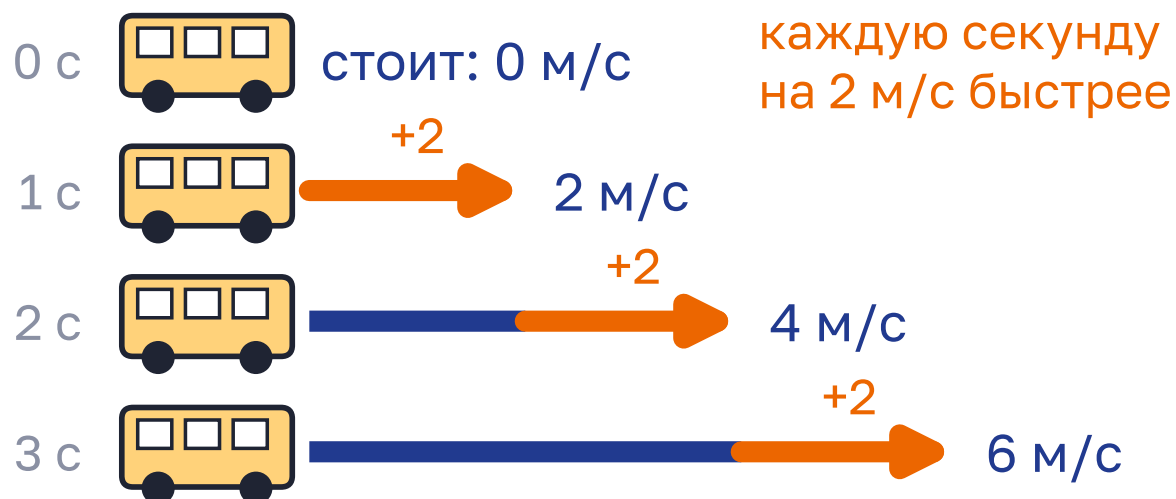


Рисунок 2.2 – Школьный автобус трогается от остановки

Каждую секунду автобус едет на 2 м/с быстрее. Эта прибавка за секунду и есть ускорение.

Запомни. «Метры в секунду» (м/с) – это про скорость, «метры в секунду за секунду» (м/с²) – про то, как быстро она меняется. Путь делим на время – получаем скорость. Прибавку скорости делим на время – получаем ускорение. Падающий камень каждую секунду прибавляет 9,8 м/с.

НА ПАЛЬЦАХ

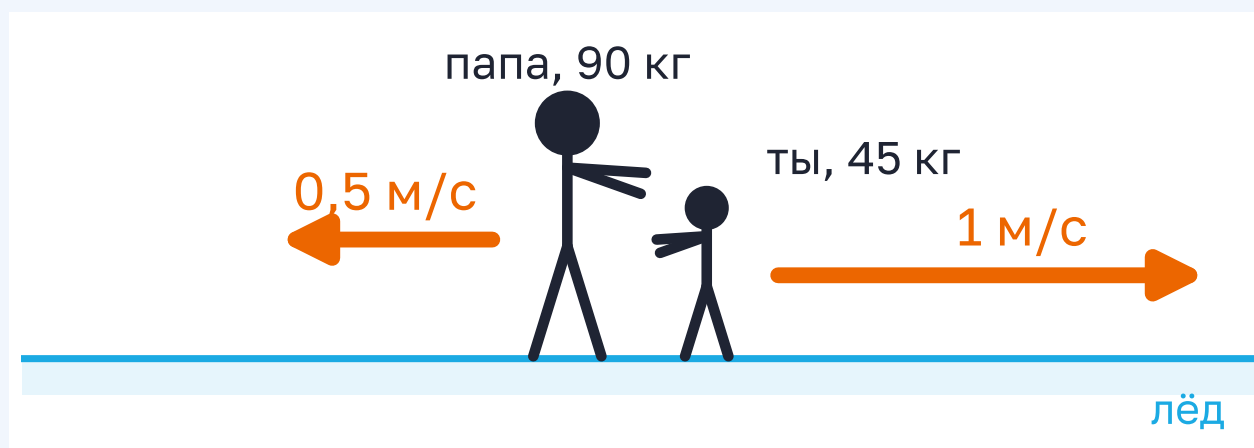


Рисунок 2.3 – Толчок на катке: папа и ты разъезжаетесь в разные стороны

Толкнул папу – и сам покатился назад. Ты вдвое легче, поэтому едешь вдвое быстрее.

Запомни. Хочешь изменить скорость – нужна сила, и чем больше масса, тем больше силы: $a = F/m$. Толкнул – получил сдачи той же силой; после толчка лёгкий едет быстрее тяжёлого: $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$. Ракета отталкивается от собственного газа, воздух ей не нужен. Воздух тормозит всё, что движется, – на Луне тормозить некому.

Запомни. Спросят «почему невесомость» – отвечай «потому что всё падает вместе», а не «потому что нет тяжести»: на МКС Земля тянет почти на 90 %. Воздух тормозит корпус, а человека внутри – нет: человека прижимает к передней стенке. В разгоняющейся кабине тяжёлое отстаёт к задней стенке, а гелиевый шарик уходит вперёд, туда, куда ускоряется кабина.

Запомни. Перегрузка – это «во сколько раз тяжелее, чем обычно». Ускорение вверх: $n = a/g + 1$, и единица здесь – та самая обычная тяжесть, без неё ответ неверный. Ускорение вниз: $n = 1 - a/g$. Свободное падение: $n = 0$.

Разбор для старта

Задача 2.1 Ровер на Луне

разминка · масса и вес, сила тяжести

Исследовательский ровер имеет массу 120 кг. Найди силу тяжести, действующую на ровер на Земле и на Луне. Ускорение свободного падения на Луне $g_{\text{Л}} = 1,62 \text{ м/с}^2$. Какой будет масса ровера на Луне? Силы – в ньютонах, округли до целых.

Дано: $m = 120 \text{ кг}$; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; $g_{\text{Л}} = 1,62 \text{ м/с}^2$.

Найти: F_3 , $F_{\text{Л}}$ – ?, масса на Луне – ?

Решение

Шаг 1. Сила тяжести на Земле. $F_3 = m \cdot g = 120 \cdot 9,8 = 1176 \text{ Н}$.

Шаг 2. Сила тяжести на Луне. Масса та же, меняется только g : $F_{\text{Л}} = 120 \cdot 1,62 = 194,4 \text{ Н} \approx 194 \text{ Н}$.

Шаг 3. Масса на Луне. Масса – это количество вещества, от планеты она не зависит: 120 кг.

Сверим с разделом 2.1. $1176/194,4 \approx 6$ – Луна тянет ровер примерно в 6 раз слабее Земли, как там и говорилось.

⚠ Типичная ошибка. Сказать, что на Луне масса ровера «20 кг». Меньше стала сила тяжести (и вес), а масса осталась 120 кг. Вторая ошибка – ответить в килограммах там, где спрашивают силу: сила – в ньютонах.

Ответ: на Земле 1176 Н, на Луне 194 Н; масса на Луне – те же 120 кг.

Проверь себя

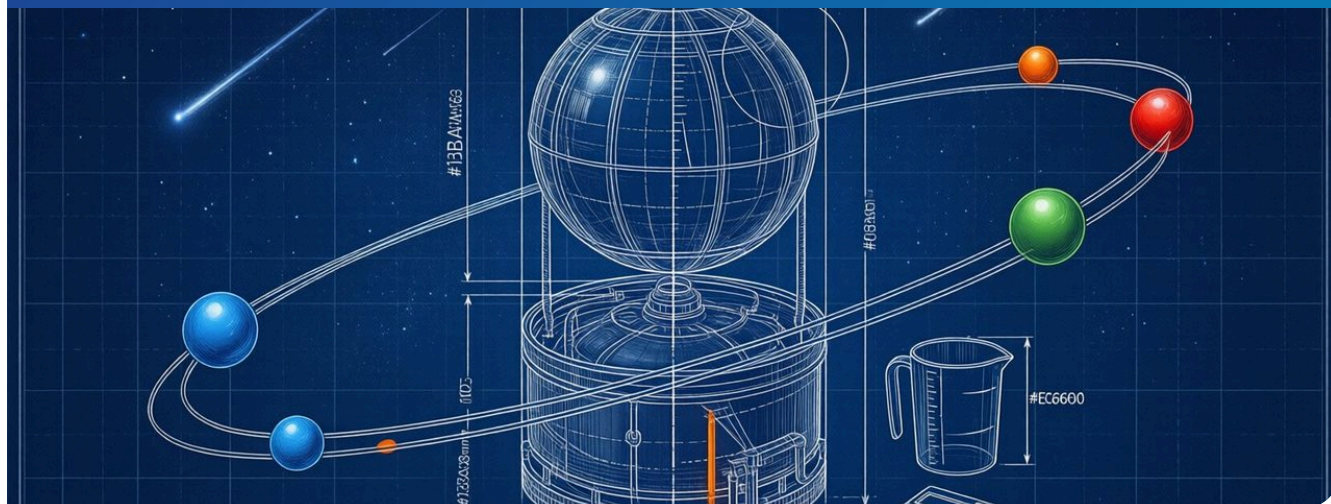
2.1. Прибор для спутника имеет массу 3,5 кг. С какой силой Земля притягивает его у поверхности? Ответ в ньютонах, до десятых.

2.2. Космонавт в скафандре встал на напольные пружинные весы на Земле, и они показали 180 кг. Весы измеряют силу, с которой на них давят, и переводят её в килограммы, деля на 9,8. Что покажут эти же весы на Луне ($g_{\text{Л}} = 1,62 \text{ м/с}^2$)? Ответ в килограммах, до десятых.

2.3. Ракета за 12 секунд после старта набрала скорость 150 м/с. Найди её ускорение (скорость росла равномерно). Ответ в м/с^2 .

2.4. Ракета стартует вертикально с ускорением $19,6 \text{ м/с}^2$. С какой силой космонавт массой 60 кг давит на кресло? Ответ в ньютонах.

Инженерная математика: единицы, объёмы, проценты



Физики в этой главе почти нет – в основном арифметика, которую ты знаешь с пятого класса. Но именно на ней теряют больше всего баллов: забыл перевести тонны в килограммы, подставил диаметр вместо радиуса, округлил запас воды не в ту сторону. Мы посчитаем, сколько литров войдёт в бак, какого диаметра выйдет ракета и сколько воды брать в полёт. На отборе такая задача – короткая история с числами, а в ответ вводится одно число, в нужных единицах и с нужной точностью.

НА ПАЛЬЦАХ

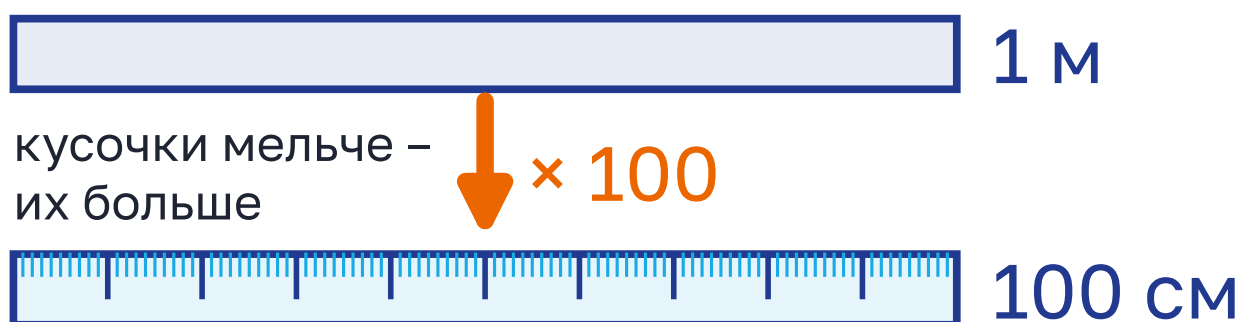


Рисунок 3.1 – Один и тот же метр – в метрах и в сантиметрах

Длина та же, а кусочки мельче – значит, их больше. Поэтому к мелкой единице переходим умножением.

Запомни. Единица мельче – число больше. Объёмы шагают через тысячу: $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$, $1 \text{ л} = 1000 \text{ мл}$, $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$. В сутках 86 400 с, и время не десятичное: $0,5 \text{ ч} = 30 \text{ мин}$.

НА ПАЛЬЦАХ



1 л воды – 1 кг, 1 л керосина – 0,8 кг

Рисунок 3.2 – Два одинаковых ведра: с водой и с керосином

Вёдра одинаковые, а масса разная. Масса одного литра вещества – это и есть его плотность.

Запомни. Прежде чем умножать на плотность, посмотри, что у неё стоит после черты. Кг/л – объём нужен в литрах, г/см^3 – в кубических сантиметрах.

НА ПАЛЬЦАХ

один блин – площадь дна



Рисунок 3.3 – Стопка блинов – это цилиндр

Объём цилиндра – площадь одного блина, умноженная на высоту стопки.

Запомни. Почти все ошибки здесь – из-за радиуса и диаметра: радиус – половина. Конус – треть цилиндра, полушар – половина шара, шар – две трети цилиндра той же ширины и высоты. Шар вдвое шире – объём в 8 раз больше.

Запомни. Увидел «на сколько процентов» – сразу спроси себя: «от чего?». От того, что было **до**. Плюс $p\%$ – умножить на $(1 + p/100)$, минус $p\%$ – на $(1 - p/100)$.

Запомни. Спрашивают «сколько взять» – вверх. Спрашивают «сколько получится» – вниз. Ждал целое, а вышло 6,47 – ищи ошибку, а не округляй.

Запомни. Время = работа : скорость. Ожидание не бывает меньше нуля. Поменялись условия – пересчитай скорость.

Разбор для старта

Задача 3.1 Кислород в баке

разминка · плотность, перевод единиц

В бак ракеты залили 5,7 т жидкого кислорода. Какой объём он занимает? Ответ дай в литрах и в кубических метрах.

Дано: $m = 5,7$ т; $\rho = 1,14$ кг/л.
Найти: V – ?

Решение

Шаг 1. Переводим единицы. Плотность дана в кг/л, значит, массу нужно выразить в килограммах: $5,7 \text{ т} = 5,7 \cdot 1000 = 5700$ кг.

Шаг 2. Объём. $V = m/\rho = 5700/1,14 = 5000$ л.

Шаг 3. В кубометры. В 1 м^3 – 1000 л: $5000/1000 = 5 \text{ м}^3$.

Прикинем на глаз. Жидкий кислород чуть тяжелее воды (1,14 против 1 кг/л), значит, 5700 кг займут чуть меньше 5700 л. 5000 л – подходит. А можно и вовсе в одно действие: $1,14 \text{ кг/л} = 1,14 \text{ т/м}^3$, и $5,7/1,14 = 5 \text{ м}^3$ сразу.

⚠ Типичная ошибка. Поделить 5,7 на 1,14 и написать «5 л». Тонны не переведены в килограммы, поэтому ответ меньше верного в 1000 раз. Бывает и наоборот – умножают вместо деления: $5700 \cdot 1,14 = 6498$, но это вообще не литры.

Ответ: 5000 л = 5 м³.

Проверь себя

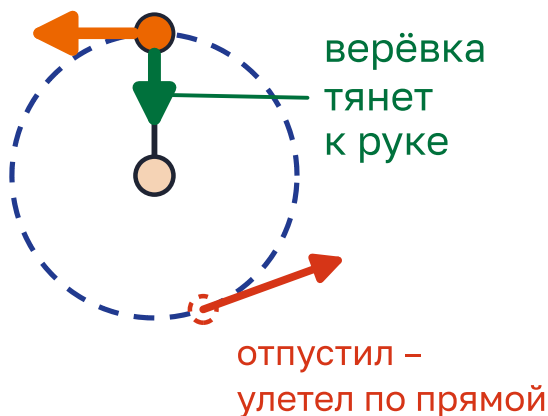
- 3.1.** Бак для воды вмещает $0,35 \text{ м}^3$. Сколько это литров?
- 3.2.** Пластина из алюминия имеет размеры $20 \text{ см} \times 10 \text{ см} \times 3 \text{ мм}$. Найди её массу в граммах.
- 3.3.** После поломки мощность станции упала с 400 Вт до 320 Вт. На сколько процентов теперь нужно увеличить мощность, чтобы она снова стала 400 Вт?
- 3.4.** Запас топлива марсохода по проекту – 150 кг. Сначала его увеличили на 20 %, а потом уменьшили на 20 % от нового значения. Сколько килограммов топлива стало? На сколько процентов это меньше исходных 150 кг?

Орбиты: как летают спутники



Почему МКС облетает Землю за полтора часа, а спутник, который показывает тебе телевизор, сутками стоит в одной точке неба? Может ли МКС пролететь прямо над Новосибирском? (Нет – и в этой главе ты поймёшь почему.) Сколько минут спутник летит в темноте и живёт на одном аккумуляторе? На отборе такие задачи бывают двух видов: «выбери верные утверждения» и расчёт по одной-двум формулам, иногда с построением в «Компас-3D».

Мяч на верёвке



притяжение
вместо верёвки

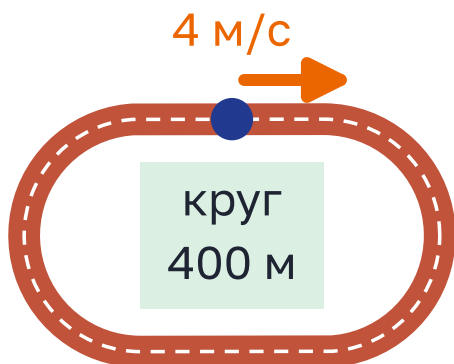


оранжевая стрелка – скорость: мяч и спутник всё время летят вбок

Рисунок 4.1 – Мяч на верёвке и спутник на орбите

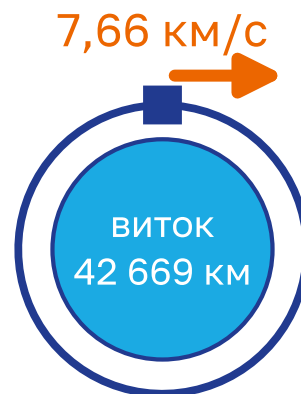
Раскрути мяч на верёвке: верёвка тянет его к руке, а он летит по кругу. Спутник держит на круге притяжение Земли.

Круг по стадиону



$$400 : 4 = 100 \text{ с}$$

Виток МКС



$$42\,669 : 7,66 = 5570 \text{ с} \\ \approx 93 \text{ мин}$$

Рисунок 4.2 – Круг по стадиону и виток МКС

Время одного круга – это длина круга, делённая на скорость. Для стадиона и для орбиты правило одно.

Запомни. К высоте прибавь 6371 км – получишь радиус орбиты. $T = 2\pi(R + h)/v$: километры делим на километры в секунду – выходят секунды. Витков в сутки – $1440/T$, где T в минутах.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 4.3 – Высоты орбит, если Земля – школьный глобус

Уменьши Землю до глобуса диаметром 32 см. МКС полетит в сантиметре над ним, ГЛОНАСС – в полуметре, а геостационарный спутник – почти в метре.

Запомни. «Висеть» над одной точкой спутник может только над экватором, на высоте 35 786 км. Тарелку на такой спутник наводят один раз, из Новосибирска – на юг. Где приём лучше, решает луч антенны спутника, а не то, над кем он «ближе».

Запомни. $1^\circ = 60'$, поэтому $55^\circ 01' = 55,02^\circ$. Широта отсчитывается от экватора, долгота – от Гринвича. Трасса спутника с наклоном i не заходит дальше i с. ш. и i ю. ш.: у МКС граница – $51,6^\circ$, а Новосибирск на 55° .

Запомни. Спутник пролетел над двумя городами на одном витке: $t/T = \theta/360^\circ$. Здесь θ – угол между радиусами к городам из центра Земли, а не разность долгот. В «Компасе» это угол между двумя отрезками по 6371 мм, проведёнными под углами $90^\circ - \varphi$ к оси Земли.

Запомни. Время в тени = период $\times$ доля витка в тени. На низких орбитах в тени от трети до 40 % витка, у МКС – около 36 минут из 93. Правило «половина витка в тени» даёт запас, а не точный ответ.

Разбор для старта

Задача 4.1 Один виток МКС

разминка · период обращения, радиус орбиты, перевод единиц

МКС летит по круговой орбите на высоте 420 км со скоростью 7,66 км/с. Сколько минут длится один виток? Радиус Земли 6371 км. Округли до десятых.

Дано: $h = 420$ км; $v = 7,66$ км/с; $R = 6371$ км.

Найти: T – ? (в минутах)

Решение

Шаг 1. Радиус орбиты. Спутник летит вокруг **центра** Земли:

$$r = R + h = 6371 + 420 = 6791 \text{ км.}$$

Шаг 2. Длина одного витка. Длина окружности: $L = 2\pi r = 2 \cdot 3,14159 \cdot 6791 = 42\,669$ км.

Шаг 3. Время витка в секундах. $T = L/v = 42\,669/7,66 = 5570$ с. Километры делим на километры в секунду – получаются секунды.

Шаг 4. Перевод в минуты. $5570/60 = 92,83 \approx 92,8$ мин.

Полтора часа с небольшим – и в справочнике у МКС около 92 минут на виток.

❗ Ошибка номер один – подставить в формулу высоту вместо радиуса:

$2\pi \cdot 420/7,66 = 344$ с – меньше шести минут на облёт Земли. Так не бывает: к высоте обязательно прибавляют радиус Земли. А ещё секунды забывают поделить на 60 и отвечают «5570 минут».

Ответ: 92,8 мин.

Своя задача по программе сферы, модуль 1

Проверь себя

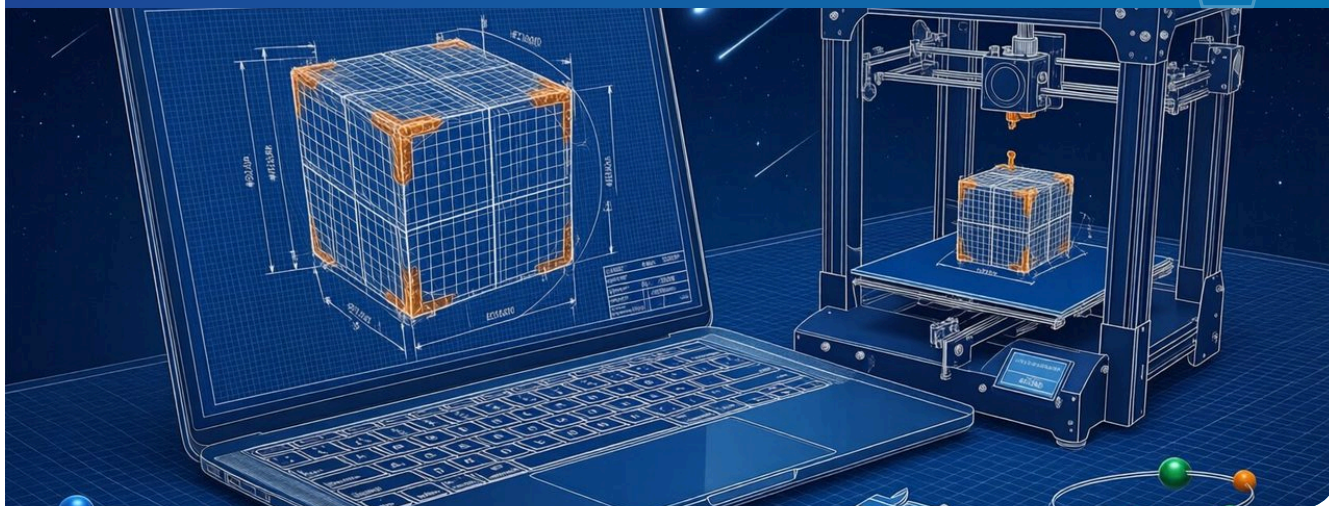
4.1. Спутник летает на высоте 550 км со скоростью 7,58 км/с. Найди период обращения в минутах, округли до целых.

4.2. Спутник ГЛОНАСС летит на высоте 19 100 км со скоростью 3,95 км/с. Найди период обращения в часах и минутах (минуты округли до целых).

4.3. Почему геостационарный спутник кажется с Земли неподвижным? Выбери верный ответ. А) На высоте 35 786 км нет притяжения Земли, и спутник просто стоит. Б) Он летит над экватором и делает оборот за то же время, за которое поворачивается Земля. В) Его держат включённые двигатели. Г) Он висит над Северным полюсом.

4.4. Геостационарный спутник стоит над экватором на той же долготе, что и Новосибирск. Куда нужно направить тарелку в Новосибирске? А) на север; Б) на юг; В) прямо вверх, в зенит; Г) на восток и поворачивать за спутником в течение дня.

3D-моделирование: объёмы и массы в Компас-3D



Конструктор спутника не пилит напильником – он сначала строит деталь в компьютере и спрашивает у программы, сколько она весит. На отборе это выглядит так: дан чертёж обтекателя, бака или опоры, нужно ввести массу в граммах, объём в литрах или высоту в миллиметрах. Задачу можно решить двумя путями: построить модель в «Компас-3D» и прочитать ответ, или разбить деталь на цилиндры, конусы и шары и посчитать по формулам. В этой главе каждую задачу решаем обоими путями. Два числа сошлись – ответ можно вводить спокойно.



Рисунок 5.1 – Масса известна раньше, чем деталь сделали

Построил деталь в компьютере – и уже знаешь, сколько она будет весить. Кухонные весы потом покажут то же число.

Карта окна детали

Так выглядит «Компас», когда открыта деталь. Номерами отмечены места, которые понадобятся чаще всего.

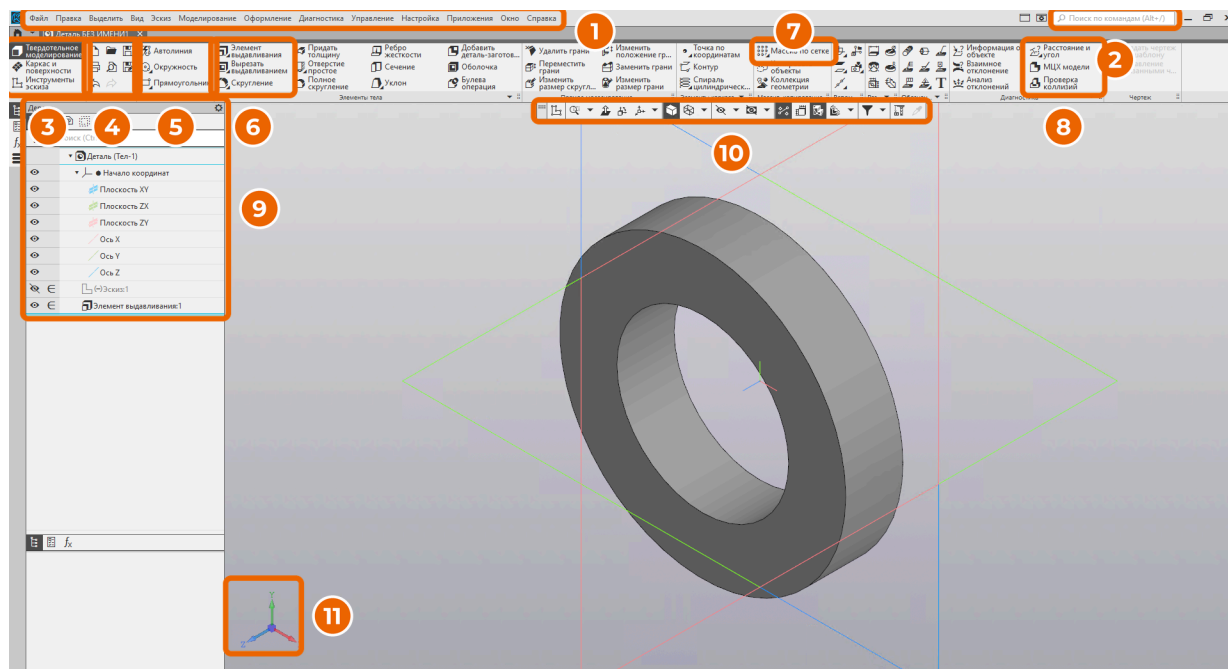


Рисунок 5.2 – Окно детали целиком

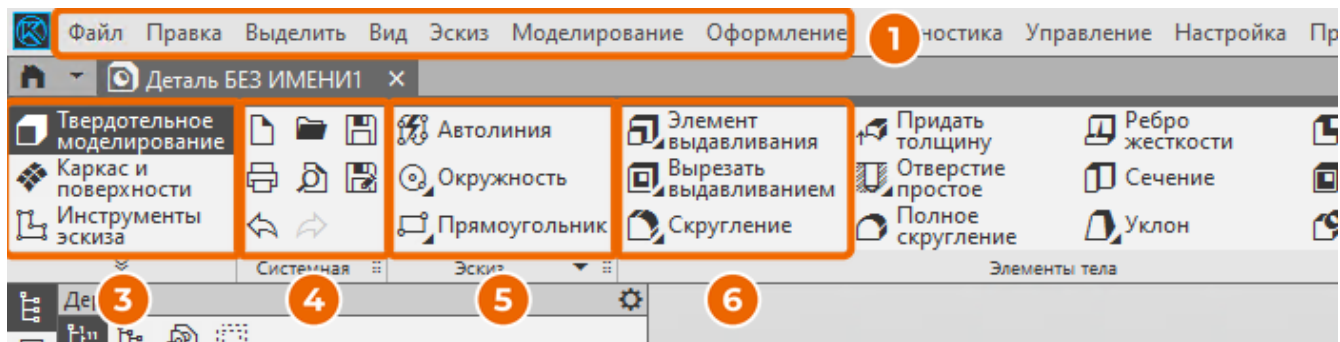


Рисунок 5.3 – Лента слева, крупно: номера те же

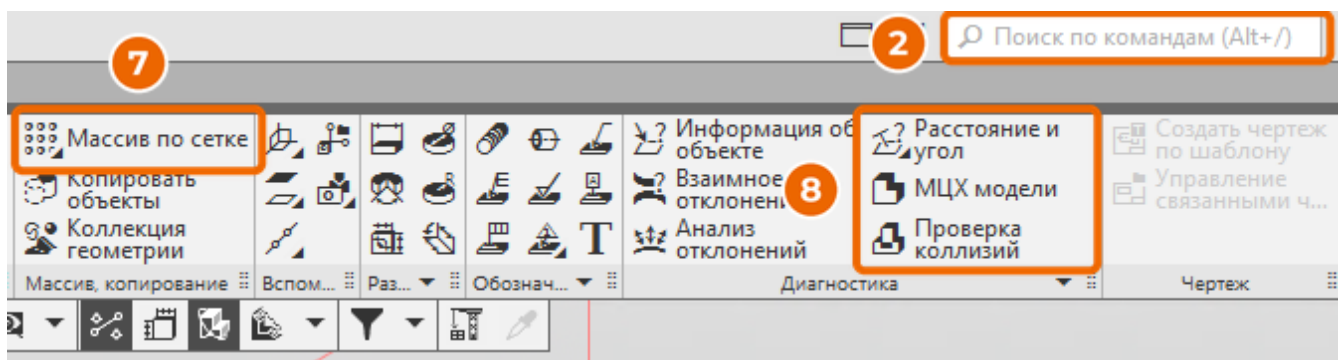


Рисунок 5.4 – Лента справа, крупно

1. **Меню.** Все команды программы по темам. Если кнопку не найти на ленте, она есть здесь.
2. **Поиск по командам (Alt+ /).** Начни печатать название – «выдавливание», «МЦХ» – и выбери команду из списка.
3. **Вкладки ленты.** «Твердотельное моделирование» – всё для тел, «Инструменты эскиза» – всё для рисования.
4. **Файлы:** создать, открыть, сохранить, напечатать. Внизу – отменить и вернуть последнее действие.
5. **Быстрый эскиз:** автолиния, окружность, прямоугольник. Начинать удобнее через «Создать эскиз» (10).
6. **Тела из эскиза:** «Элемент выдавливания», «Вырезать выдавливанием», «Скругление».
7. **Массивы:** «Массив по сетке», а в той же группе – «по концентрической сетке», то есть по кругу.
8. **Диагностика:** «МЦХ модели» – масса и объём, «Расстояние и угол» – измерить готовую деталь.
9. **Дерево построения:** плоскости, оси и всё, что ты построил, по порядку.
10. **Панель вида:** «Создать эскиз», масштаб, ориентация (спереди, сверху, изометрия), каркас или сплошное тело.
11. **Оси координат:** куда смотрят X, Y и Z, если запутался.

Мышь: **колесо** приближает и отдаляет, **зажатое колесо** вращает деталь, **Shift и зажатое колесо** сдвигают её.

У многих кнопок в углу есть маленький треугольник: под кнопкой спрятана группа похожих команд. Нажми такую кнопку на секунду (1), и группа раскроется. Под «Элементом выдавливания» спрятан «Элемент вращения» (2), под «Вырезать выдавливанием» – «Вырезать вращением», под «Массивом по сетке» – «Массив по концентрической сетке».

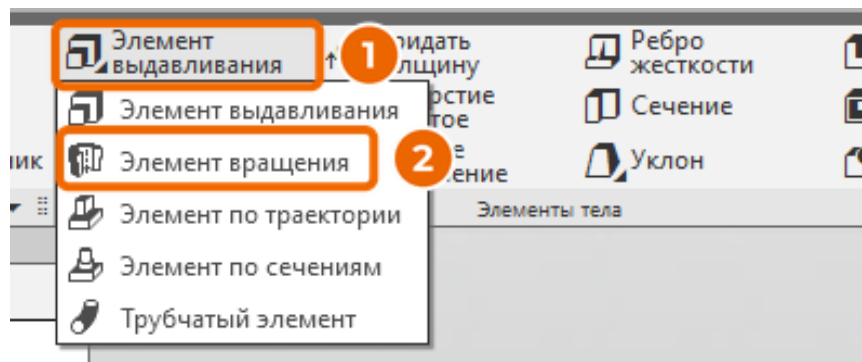


Рисунок 5.5 – Группа под кнопкой «Элемент выдавливания»

Первая деталь: кольцо-проставка

Построим настоящую деталь из задачи 5.1 (раздел 5.6): кольцо с наружным диаметром 40 мм, отверстием 24 мм и толщиной 8 мм из пластика PLA. В конце «Компас» сам посчитает массу, и её можно сверить с ответом задачи. Что такое эскиз, выдавливание и МЦХ, подробно объяснено в разделах 5.2–5.5, а здесь – только руки.

1. Новая деталь. На стартовой странице в разделе «Создать» нажми «Деталь» (1).

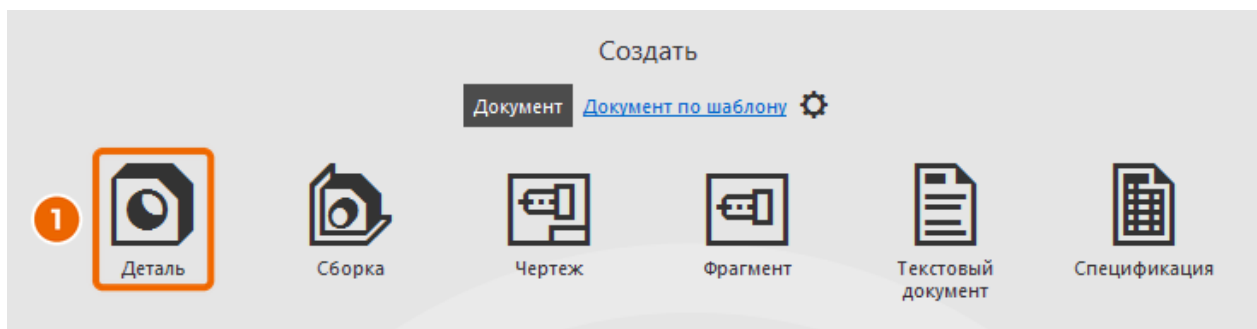


Рисунок 5.6 – Стартовая страница: раздел «Создать»

2. Плоскость и эскиз. В дереве слева раскрой «Начало координат» и щёлкни по строке «Плоскость XY» (1). Рядом всплывёт маленькая панель – нажми в ней «Создать эскиз» (2). Плоскость повернётся к тебе лицом.

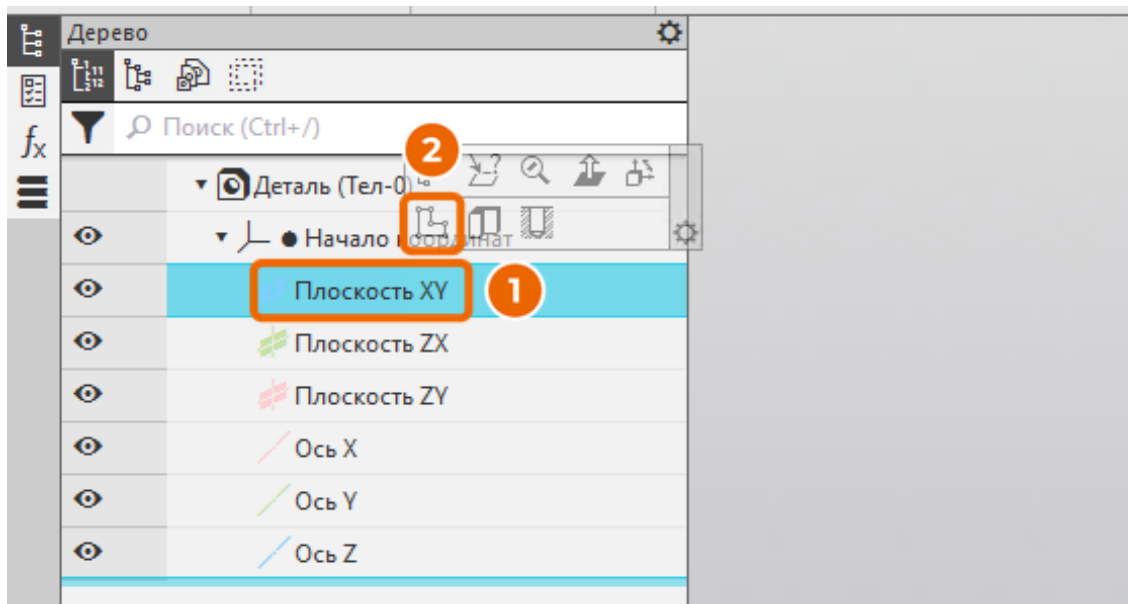


Рисунок 5.7 – Плоскость XY и кнопка «Создать эскиз»

3. Окружности. На ленте нажми «Окружность» (1) и щёлкни в начало координат – там, где сходятся красная и зелёная линии, курсор к нему прилипнет. Слева, в поле «Диаметр» (2), впиши 40 и нажми Enter. Так же нарисуй вторую окружность, диаметром 24, с центром там же. Закончить рисование – клавиша Esc.

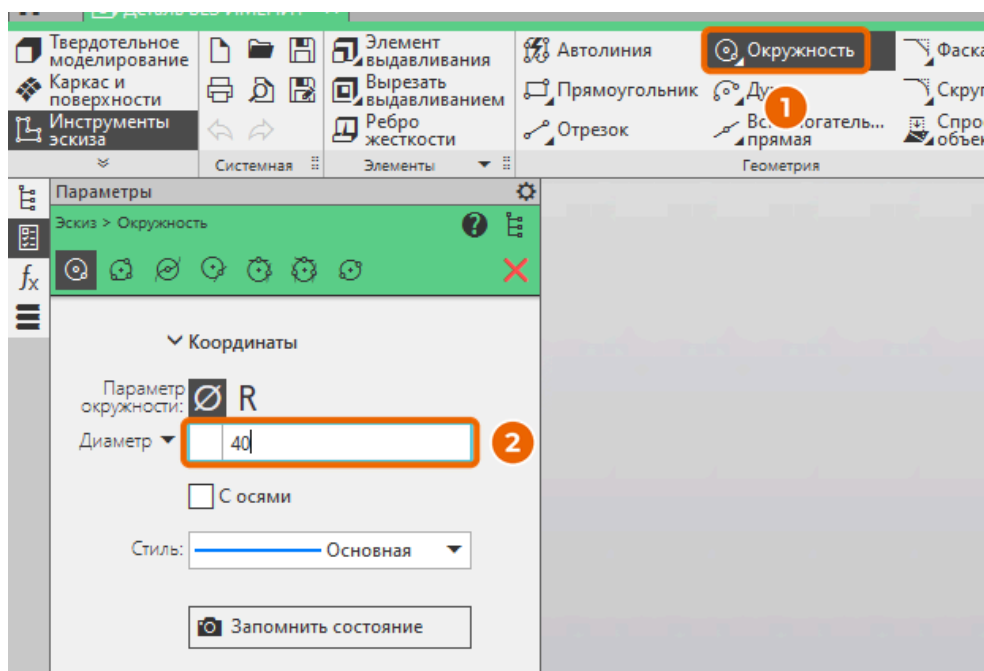


Рисунок 5.8 – Окружность: кнопка на ленте и поле «Диаметр»

4. Выход из эскиза. Нажми значок эскиза в правом верхнем углу окна (1).

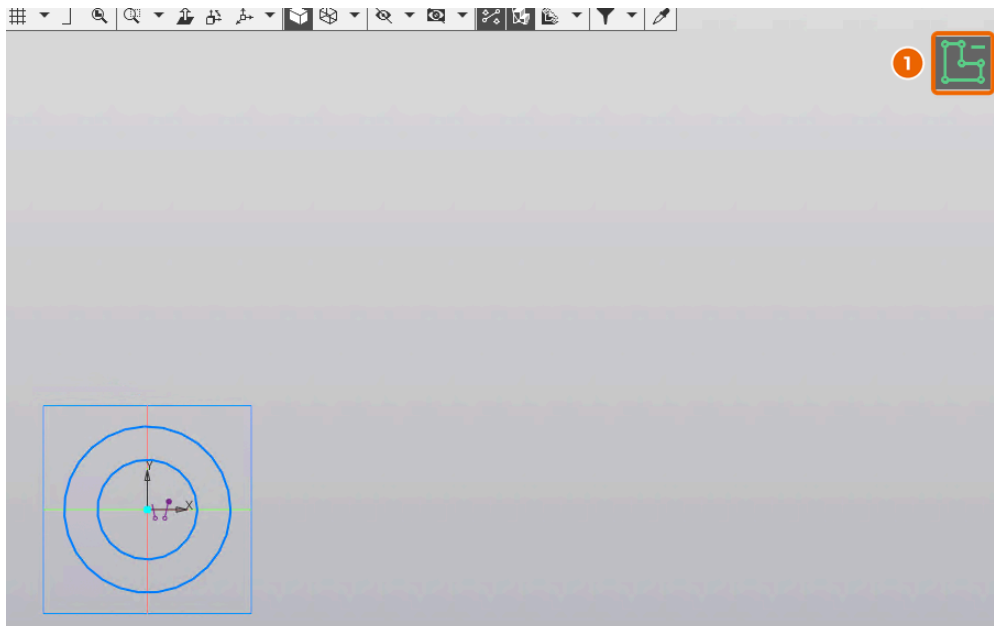


Рисунок 5.9 – Две окружности и значок выхода из эскиза

5. Выдавливание. На ленте нажми «Элемент выдавливания» (1). Эскиз подхватится сам; если поле «Сечение» пустое, щёлкни по эскизу в дереве. В поле «Расстояние» (2) впиши 8 и нажми зелёную галочку (3). Между окружностями вырастет кольцо: программа сама понимает, что маленькая окружность внутри большой – это отверстие. Команда после этого остаётся включённой, закрой её клавишей Esc.

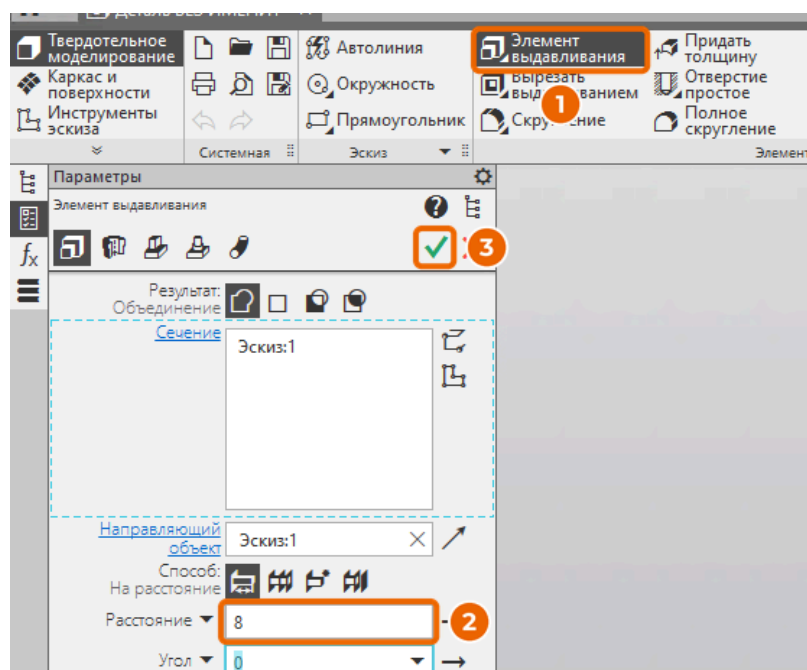


Рисунок 5.10 – Выдавливание: кнопка, расстояние, галочка

6. Плотность. Щёлкни правой кнопкой по строке «Деталь» в дереве (1) и выбери «Свойства модели» (2).

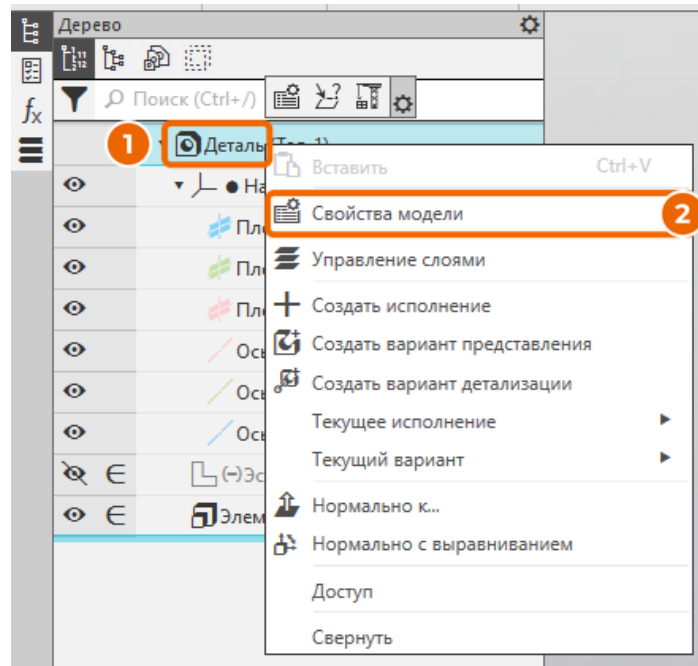


Рисунок 5.11 – Контекстное меню детали

У новой детали уже стоит материал «Сталь 10». Если его оставить, масса выйдет как у стального кольца. Убери материал крестиком (1) на левой половине рисунка – поле плотности станет белым. Впиши плотность (1) и нажми зелёную галочку (2) – это правая половина. Поле подписано в г/мм³, а в задаче дано 1,24 г/см³. В одном кубическом сантиметре 1000 кубических миллиметров, поэтому число делим на 1000: 0.00124. Дробную часть «Компас» ждёт после точки.

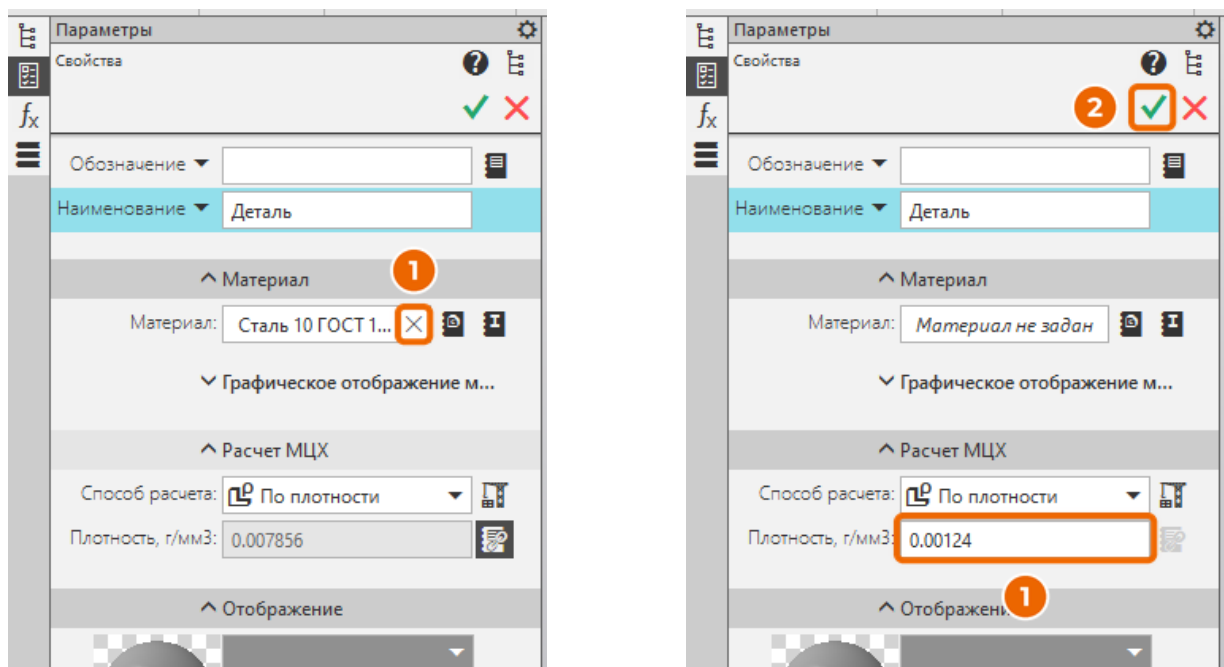


Рисунок 5.12 – Свойства модели: слева – материал по умолчанию, справа – своя плотность

7. Масса. На ленте в группе «Диагностика» нажми «МЦХ модели» (1 на левой половине рисунка). Внизу справа откроется окно «Информация»: масса (1) 7,98 г, объём (2) 6434 мм³. Ответ задачи 5.1 – 8,0 г, всё совпало. Деталь можно сохранить: «Файл» → «Сохранить», файл получит расширение .m3d.

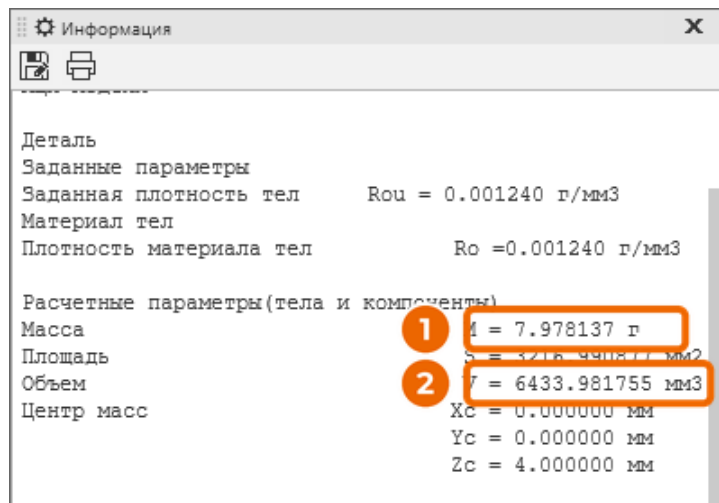
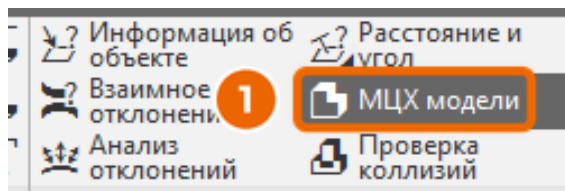


Рисунок 5.13 – Слева – кнопка «МЦХ модели», справа – окно «Информация» с массой и объёмом

НА ПАЛЬЦАХ

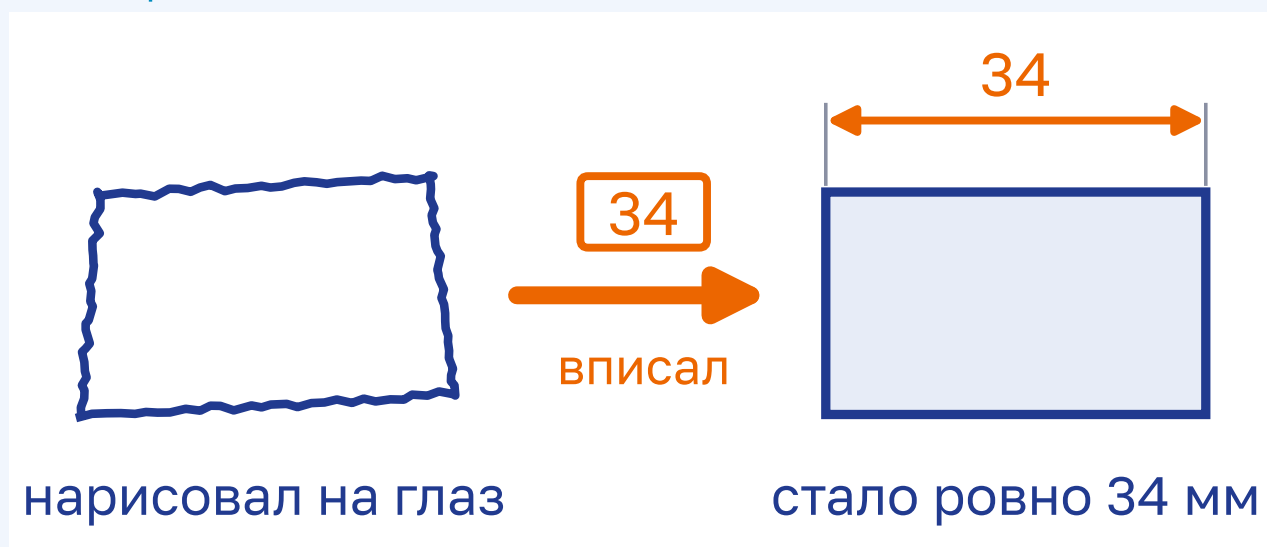


Рисунок 5.14 – Сначала на глаз, потом точное число

Рисуй как получится. Вписал размер 34 – и отрезок сам стал ровно 34 мм.

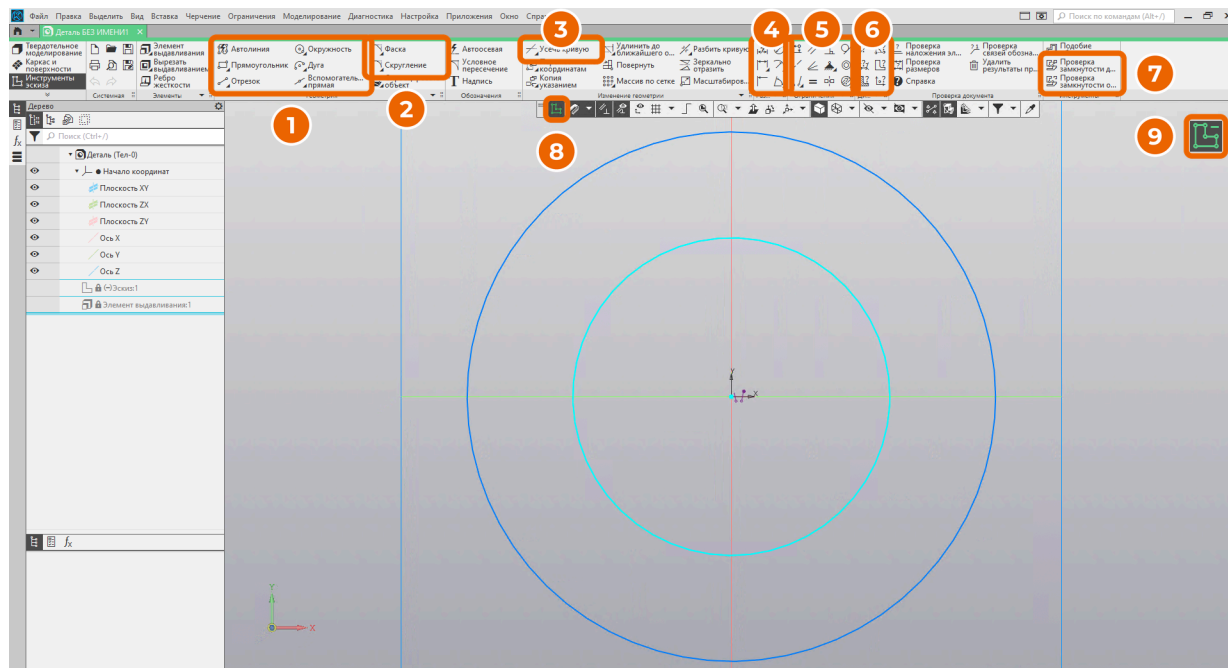


Рисунок 5.15 – Окно эскиза целиком

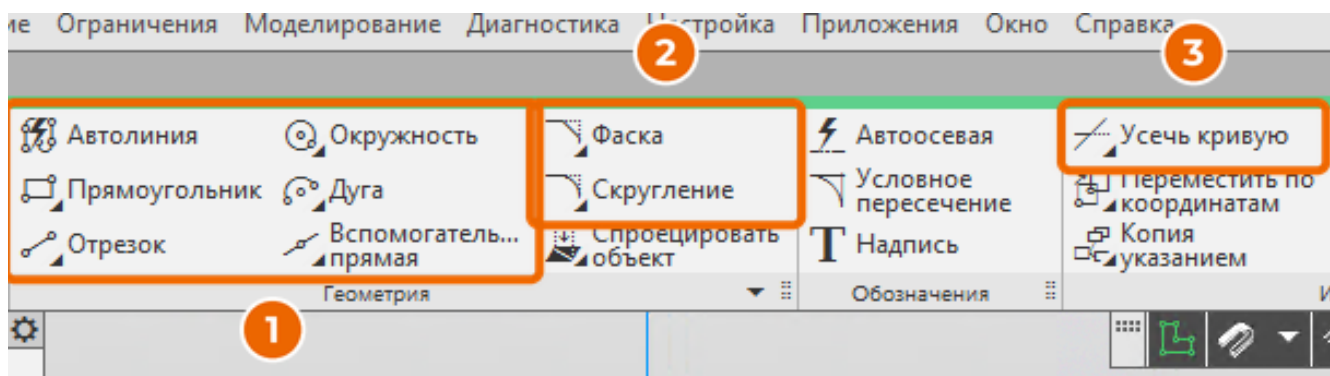


Рисунок 5.16 – Лента эскиза, крупно: геометрия

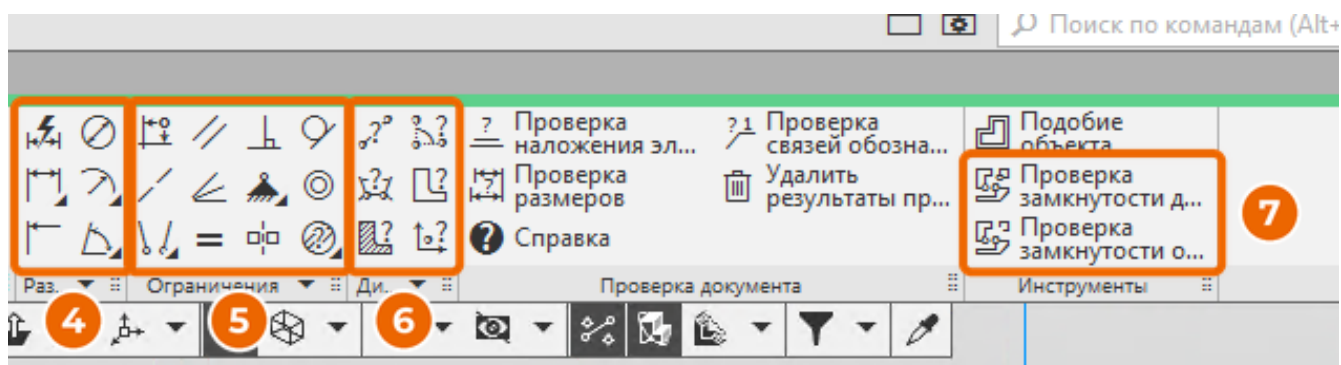


Рисунок 5.17 – Лента эскиза, крупно: размеры, ограничения, измерения

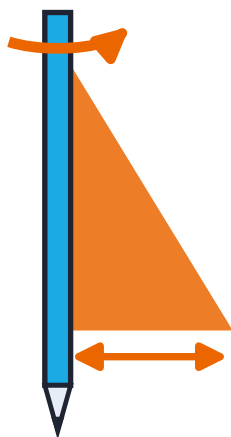
1. **Геометрия:** автолиния, окружность, прямоугольник, отрезок, дуга, вспомогательная прямая. Пока рисуешь, на панели «Параметры» слева можно сразу вписать размер, например диаметр окружности, и выбрать стиль линии.
2. **Фаска и скругление** углов эскиза.
3. **«Усечь кривую»** – щёлкни по лишнему куску линии, и он исчезнет до ближайшего пересечения.
4. **Размеры.** Первая кнопка – «Авторазмер», за ней линейный, диаметральный, радиальный и угловой размеры.

5. **Ограничения:** выравнивание, параллельность, перпендикулярность, касание, концентричность, объединить точки, равенство.
6. **Измерения:** расстояние, угол, длина кривой, площадь, координаты точки.
7. **«Проверка замкнутости»** – помогает найти место, где контур не замкнут.
8. **«Создать эскиз»** – нажата, пока ты в эскизе.
9. **Выход из эскиза** значком.

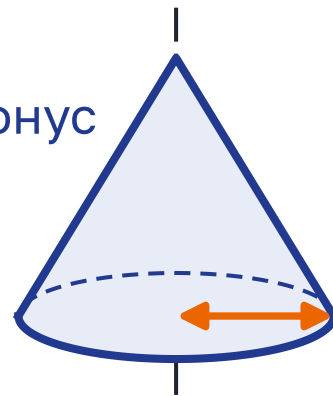
Запомни. Тело не строится или вышло тонкой стенкой? Проверь по порядку: все линии контура – стиля «Основная»; контур замкнут, без щелей и двойных линий; ось вращения – «Осевая» или ось координат. Числа в эскизе – миллиметры.

НА ПАЛЬЦАХ

крутим



конус



радиус

ширина флажка = радиус тела

Рисунок 5.18 – Бумажный флажок на карандаше

Приклей к карандашу бумажный треугольник и покрути карандаш в ладонях – увидишь конус. Ширина флажка стала радиусом.

Запомни. Объем детали собирают из кусков: выдавленный кусок – $S \cdot h$, кусок вращения – по таблице выше, отверстие – со знаком минус. Ширина половины профиля – **радиус**.

Запомни. Высота сборки – это сумма высот деталей минус всё, что «утонуло» в отверстиях. Фломастер с колпачком короче, чем фломастер и колпачок, положенные в линию.

Запомни. Перед тем как ввести массу из МЦХ, проверь: материал или плотность – те, что в условии? Объем переведён из мм³ (делим на 1000 – см³, на миллион – литры)?

Запомни. Как округляют в курсе. В заданиях курса по Компасу формат ответа задан условием, и он бывает разный: «масса в граммах целым числом, округление в большую сторону» (50,3 г – это 51) или «масса в килограммах, до тысячных» (0,0514 – это 0,051). Делай так, как сказано в условии, и смотри на единицу рядом с числом в окне МЦХ: у материалов из библиотеки масса бывает в килограммах, а при ручном вводе плотности – в граммах.

Разбор для старта

Задача 5.1 Кольцо-проставка

разминка · выдавливание, кольцо, масса по плотности

Между платой и корпусом спутника ставят пластиковое кольцо-проставку. Наружный диаметр 40 мм, диаметр отверстия 24 мм, толщина 8 мм. Кольцо печатают из PLA (плотность 1,24 г/см³) на 3D-принтере в кружке. Найди его массу. Ответ в граммах, округли до десятых.

Дано: $D = 40$ мм; $d = 24$ мм; $h = 8$ мм; $\rho = 1,24$ г/см³.

Найти: m – ?

Решение

Шаг 1. Путь (а): в «Компасе». Создай деталь. Выбери плоскость XY → «Создать эскиз». Начерти две окружности с центром в начале координат, «Авторамером» задай им диаметры 40 и 24. Выйди из эскиза. «Элемент выдавливания» на расстояние 8 мм: между окружностями получится кольцо. В «Свойствах модели» убери материал «Сталь 10» и впиши плотность 0,00124 г/мм³ (это те же 1,24 г/см³), затем «Диагностика» → «МЦХ модели». Программа покажет массу 7,98 г. Этот путь с картинками – в разделе 5.1, «Первая деталь».

Шаг 2. Путь (б): по формуле. Радиусы. В формулу нужен радиус: $R = 40 : 2 = 20$ мм, $r = 24 : 2 = 12$ мм.

Шаг 3. Площадь кольца. Большой круг минус отверстие:

$$S = \pi(R^2 - r^2) = 3,14159 \cdot (400 - 144) = 3,14159 \cdot 256 = 804,2 \text{ мм}^2.$$

Шаг 4. Объём. $V = S \cdot h = 804,2 \cdot 8 = 6434 \text{ мм}^3$. Переводим: $6434 : 1000 = 6,434 \text{ см}^3$.

Шаг 5. Масса. $m = \rho \cdot V = 1,24 \cdot 6,434 = 7,98 \text{ г} \approx 8,0 \text{ г}$.

Прикинем на глаз. Кубик PLA размером 1 × 1 × 1 см (как кубик сахара) весит 1,24 г. В кольце 6,4 таких кубиков – выходит около 8 г. Сходится.

❗ **Ошибка номер один** в этой главе – диаметры вместо радиусов: $\pi(40^2 - 24^2) \cdot 8$ даёт массу в 4 раза больше – 31,9 г. Вторая ошибка – забыть перевести мм³ в см³ и получить 7978 г, почти 8 кг пластика на одно колечко.

Ответ: 8,0 г.

Своя задача по программе сферы, модуль 3

Проверь себя

5.1. Алюминиевую пластину 100×60 мм и толщиной 4 мм построили «Элементом выдавливания». Какую массу покажет «МЦХ модели», если плотность алюминия $2,7 \text{ г/см}^3$? Ответ в граммах, округли до десятых.

5.2. «МЦХ модели» показала объём детали $125\,600 \text{ мм}^3$. Деталь печатают из PLA ($1,24 \text{ г/см}^3$). Какова её масса? Ответ в граммах, округли до десятых.

5.3. Втулка – пластиковая трубка: наружный диаметр 30 мм, внутренний 20 мм, длина 50 мм. Материал – PLA ($1,24 \text{ г/см}^3$). Найди массу втулки в граммах, округли до десятых.

5.4. Какую половину профиля нужно нарисовать в эскизе, чтобы «Элементом вращения» получить сплошной шар? А) полный круг, центр которого лежит на оси; Б) полукруг, диаметр которого лежит на оси; В) четверть круга, один радиус которой лежит на оси; Г) полукруг, который касается оси только дугой.

Электроника: ток, напряжение, сопротивление



В любом спутнике, даже размером с пакет молока, есть батареи, провода, резисторы, светодиоды и маленький компьютер – микроконтроллер. В этой главе – физика, без которой к ним нельзя подключить ни одного провода. На отборе такие задачи короткие: посчитать ток, подобрать резистор для светодиода, предсказать число, которое покажет `analogRead`, решить, сколько батареек взять. Формул всего пять-шесть, а чаще всего теряют баллы на единицах: пишут амперы вместо миллиампер или омы вместо килоом.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 6.1 – Ток – как вода в трубе

Напряжение – это напор, ток – это поток, сопротивление – узкое место в трубе.

Запомни. Нет замкнутого круга – нет тока. Вольты толкают, амперы текут, омы мешают. Приставка «милли» – это тысячная доля ($1 \text{ мА} = 0,001 \text{ А}$), «кило» – тысяча ($1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом}$). На Arduino 5V – плюс, GND – минус.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 6.2 – Что меняет поток воды

Бак выше – течёт больше. Труба уже – течёт меньше. Это и есть закон Ома.

Запомни. $I = U/R$. Две другие формы – $U = I \cdot R$ и $R = U/I$ – из неё же. Все числа бери из одной тройки единиц: В, А, Ом или В, кОм, мА.

НА ПАЛЬЦАХ

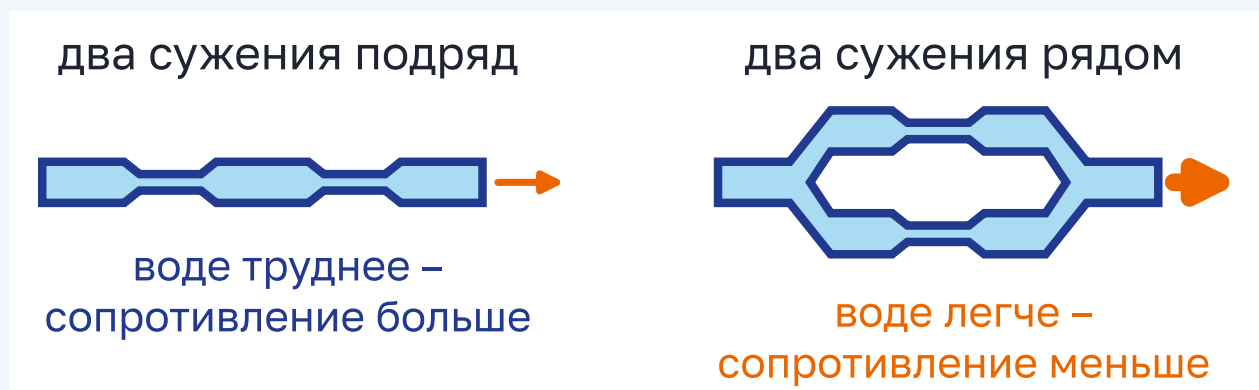


Рисунок 6.3 – Две трубы подряд и две трубы рядом

Сужения подряд мешают воде сильнее. Открыли второй путь рядом – воде стало легче.

Запомни. Последовательно: ток один и тот же, $R = R_1 + R_2 + \dots$, напряжения складываются. Параллельно: напряжение одно и то же, $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (меньше самого маленького), токи складываются.

Запомни. Анод (+) – длинная ножка, катод (–) – короткая, со стороны среза ободка. Светодиод – только через резистор: $R = (U - U_{\text{св}}) / I$, номинал из ряда E12 – ближайший больший.

Запомни. Делитель: $U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, R_2 – нижний (к GND). Одинаковые резисторы – половина напряжения. Потенциометр – делитель, у которого $R_1 + R_2$ постоянно, а доля меняется ручкой.

Запомни. `analogRead` даёт целое число от 0 до 1023. $N = U/5 \cdot 1023$, $U = N \cdot 5/1023$. Сравнивают всегда с диапазоном, а не с точным числом.

Запомни. $\tau = R \cdot C$ (Ом · Ф = с, кОм · мкФ = мс). За τ – 63 %, за 3τ – 95 %, за 5τ – 99 %.

Запомни. $P = U \cdot I$ (Вт). Время работы $t = \text{ёмкость} / \text{ток}$ (мА·ч / мА = ч). Последовательно – складываются вольты, параллельно – мА·ч. Число батареек: по напряжению – длина цепочки, по ёмкости – число цепочек (вверх).

Разбор для старта

Задача 6.1 Ток через резистор

разминка · закон Ома, перевод единиц

В схеме датчика резистор 2,2 кОм подключён к питанию 5 В. Какой ток течёт через резистор? Ответ дай в миллиамперах, округли до десятых.

Дано: $U = 5$ В; $R = 2,2$ кОм.

Найти: I – ?

Решение

Шаг 1. Переводим единицы. $R = 2,2 \text{ кОм} = 2,2 \cdot 1000 = 2200 \text{ Ом}$.

Шаг 2. Закон Ома. $I = U/R = 5/2200 = 0,00227 \text{ А}$.

Шаг 3. В миллиамперы. В 1 А – 1000 мА: $0,002\,27 \cdot 1000 = 2,27\text{ мА} \approx 2,3\text{ мА}$.

Короткий путь. Вольты на килоомы – сразу миллиамперы: $5/2,2 = 2,27\text{ мА}$.

Прикинем в уме. 5 В на 1 кОм дали бы 5 мА. Сопротивление примерно вдвое больше – ток примерно вдвое меньше. 2,3 мА – похоже.

 **Где теряют баллы.** Делят 5 на 2,2 и пишут «2,27 А». Килоомы не переведены в омы – ответ больше верного в 1000 раз. Такой ток сжёг бы и резистор, и Arduino.

Ответ: 2,3 мА.

Своя задача по программе сферы, модуль 4

Проверь себя

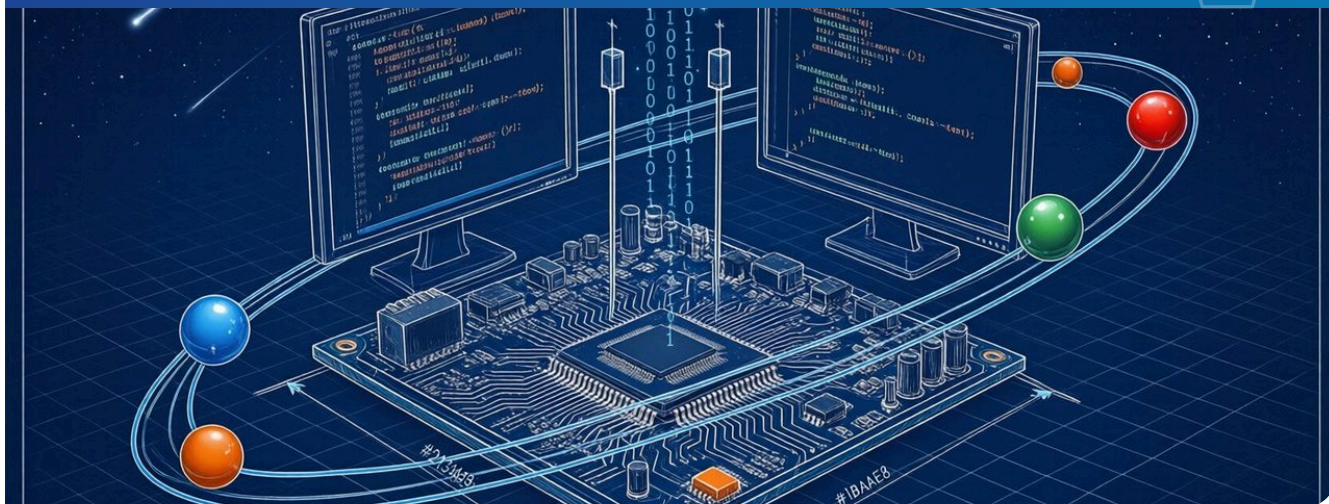
6.1. Резистор 450 Ом подключили к батарейке «Крона» 9 В. Какой ток течёт через резистор? Ответ – в миллиамперах.

6.2. Через нагреватель аккумулятора спутника сопротивлением 20 Ом идёт ток 250 мА. Какое напряжение на нагревателе? Ответ – в вольтах.

6.3. Зелёный светодиод (прямое напряжение 2,2 В, ток 10 мА) подключают к 5 В через резистор. Какой номинал из ряда E12 выбрать? Ответ – в омах.

6.4. Красный светодиод (прямое напряжение 2,0 В, ток 20 мА) хотят питать от батарейки «Крона» 9 В. Какой резистор из ряда E12 нужен? Какой ток пойдёт через светодиод с этим резистором? Ответ – номинал в омах и ток в миллиамперах, округли до десятых.

Программирование: Arduino и Python



Спутник не звонит на Землю спросить, когда включить передатчик: всё, что он делает, ему заранее написали в программе. Здесь ты научишься читать и писать такие программы – на C++ для платы Arduino и на Python. На отборе код встречается в четырёх видах: расставить перемешанные строки, сказать, что выведет программа, найти ошибку и написать функцию, которую проверяющая система сама прогонит на тестах. Ни разу не программировал? Начни с первого раздела и набирай примеры руками, а не копируй: код, который прошёл через пальцы, запоминается в разы лучше.

НА ПАЛЬЦАХ

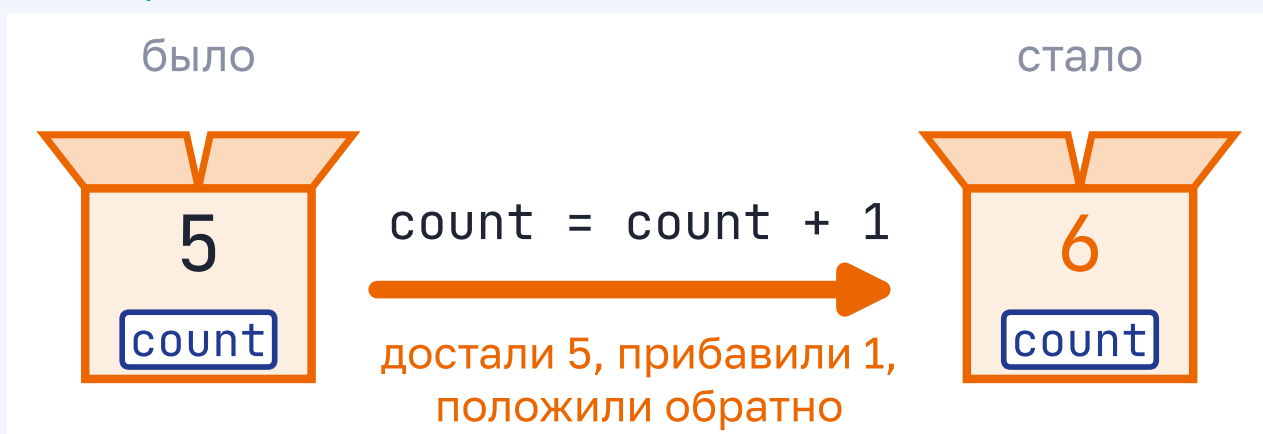


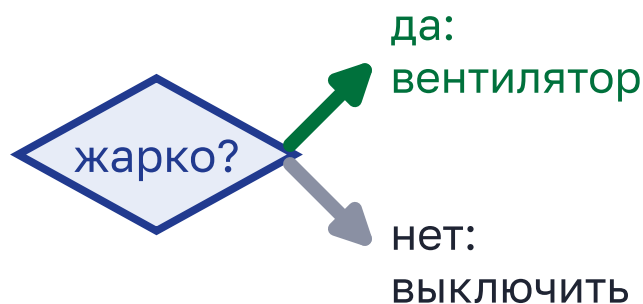
Рисунок 7.1 – Переменная – коробочка с наклейкой

Переменная – коробочка с именем. Знак `=` значит «положи в коробочку», а не «равно».

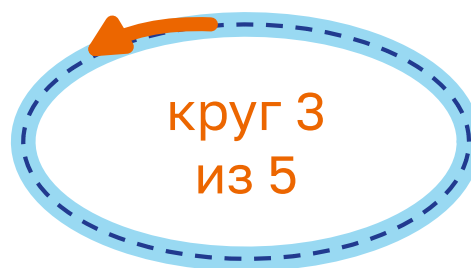
Запомни. `=` кладёт, `=` спрашивает. Целое делим на целое – получаем целое: $7 / 2$ даёт 3, а $7 \% 2$ – остаток 1. Нужна дробь – сделай одно из чисел дробным: $7.0 / 2$ даёт 3.5. Больше 32 767 в `int` не положишь.

НА ПАЛЬЦАХ

if – развилка



for – круги по лыжне

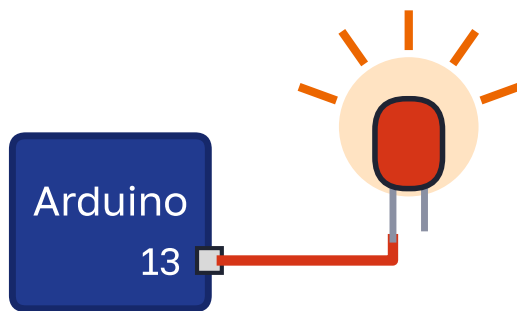


пробежал 5 – стоп

Рисунок 7.2 – Условие – развилка, цикл – круги по лыжне

`if` выбирает одну дорогу из двух. `for` гоняет по кругу, пока не наберётся нужное число кругов.

Запомни. В цепочке `if ... else if` срабатывает одна ветка – первая, где условие верно. `for (int i = 0; i < n; i++)` делает ровно `n` кругов, а последний раз счётчик равен `n - 1`. У `while` проверка стоит в начале круга – поэтому в примере вышло 243, а не 81. Функцию пишут выше вызова, а номер последнего символа строки на единицу меньше длины.

`digitalWrite(13, HIGH)`**5 В – горит**`digitalWrite(13, LOW)`**0 В – темно****Рисунок 7.3** – Ножка Arduino – выключатель, которым щёлкает программа

HIGH – на ножке 5 вольт, светодиод горит. LOW – 0 вольт, темно.

Запомни. Настройка ножек – в `setup()`, работа – в `loop()`. Все времена у Arduino в миллисекундах: `delay(1000)` – одна секунда, `millis()` считает от включения. `analogRead` отвечает числом от 0 до 1023, а `digitalRead` – только HIGH или LOW.

Запомни. Веса разрядов справа налево: 1, 2, 4, 8, 16, 32... Самый первый остаток от деления на 2 – это младший бит. Перевёл число – переведи обратно и сравни: перепутанный порядок битов сразу вылезет.

Запомни. Сдвинул строку на 4 пробела – она попала внутрь цикла или условия. Число с клавиатуры – только через `int(input())`. Нацело в Python делит `//`, одна черта даёт дробь. Кадр обходят двумя циклами: снаружи `y`, внутри `x`.

Запомни. Вместо `delay` – вопрос «сколько я уже в этом состоянии?»: `millis() - start`. Номер состояния живёт в одной переменной, а переходы проверяет цепочка `if ... else if` в `loop()`. Нарисовал схему – убедись, что из каждого прямоугольника выходит хотя бы одна стрелка.

Разбор для старта

Задача 7.1 Бортовые огни

разминка · Arduino, digitalWrite, delay, встречное включение светодиодов, расставить строки

На корпусе спутника два сигнальных огня – красный и зелёный. Они подключены к ножкам D2 и D3 **встречно**: оба светодиода стоят между одними и теми же точками, но смотрят в разные стороны (см. рисунок). Огни должны мигать попеременно, без тёмных промежутков: красный горит 700 мс, потом зелёный 300 мс, и снова. Ножки уже настроены в `setup()`. Строки функции `loop()` перемешались – расставь их. Правило: в каждой паре `digitalWrite` сначала пиши команду для `PIN_A`, потом для `PIN_B`. Ответ – последовательность букв.

```
const int PIN_A = 2;
const int PIN_B = 3;

void setup() {
  pinMode(PIN_A, OUTPUT);
  pinMode(PIN_B, OUTPUT);
}

void loop() {
  // сюда - шесть строк:
  // А digitalWrite(PIN_B, HIGH);
  // Б delay(300);
  // В digitalWrite(PIN_A, HIGH);
  // Г digitalWrite(PIN_A, LOW);
  // Д delay(700);
  // Е digitalWrite(PIN_B, LOW);
}
```

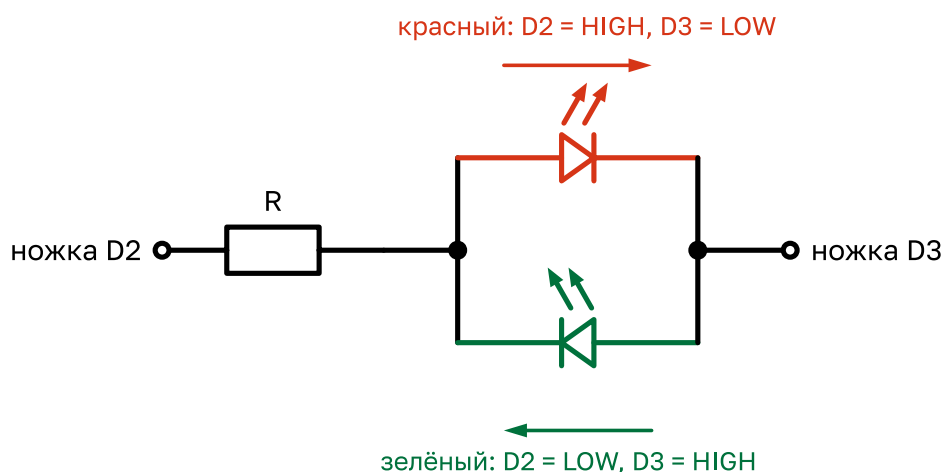


Рисунок 7.4 – Встречное включение: красный светодиод пропускает ток только от D2 к D3, зелёный – только от D3 к D2

Дано: красный горит при D2 = HIGH, D3 = LOW, 700 мс; зелёный – при D2 = LOW, D3 = HIGH, 300 мс; команды `digitalWrite` и `delay`.

Найти: порядок строк А–Е.

Решение

Шаг 1. Как работает схема. Светодиод пропускает ток только в одну сторону – от длинной ножки (анода) к короткой (катоде); резистор R ограничивает ток, чтобы светодиод не сгорел. Подробно об этом – в главе 6. Ток течёт туда, где напряжение ниже. Если на D2 5 В, а на D3 0 В, ток идёт от D2 к D3: так «повёрнут» красный, он и загорается. Зелёный повёрнут наоборот и ток в эту сторону не пускает. Если D2 = 0 В, D3 = 5 В – всё наоборот, горит зелёный. Если на обеих ножках одно и то же (обе HIGH или обе LOW), ток не течёт вообще, и темно.

Шаг 2. Красный. Нужно D2 = HIGH, D3 = LOW. По правилу сначала PIN_A: строка В `digitalWrite(PIN_A, HIGH)`, потом Е `digitalWrite(PIN_B, LOW)`. Держим 700 мс: строка Д.

Шаг 3. Зелёный. Нужно D2 = LOW, D3 = HIGH: строка Г `digitalWrite(PIN_A, LOW)`, потом А `digitalWrite(PIN_B, HIGH)`. Держим 300 мс: строка Б.

Шаг 4. Почему нет тёмных промежутков. Между строками Г и А (и между Б и следующим кругом) проходят миллионные доли секунды – глаз их не видит. Паузы `delay` стоят только там, где огонь должен гореть.

Проверка. Мы запустили скетч с заглушкой Arduino. Лог первых двух кругов:

t=0 мс	D2=HIGH	D3=LOW	- красный
t=700 мс	D2=LOW	D3=HIGH	- зелёный
t=1000 мс	D2=HIGH	D3=LOW	- красный
t=1700 мс	D2=LOW	D3=HIGH	- зелёный

Круг длится 700 + 300 = 1000 мс, то есть одну секунду, как и задумано.

❗ **Самая коварная ошибка** – поставить `delay` между двумя `digitalWrite` одной пары: `digitalWrite(PIN_A, LOW); delay(300); digitalWrite(PIN_B, HIGH);`. На время паузы обе ножки окажутся в LOW – появится тёмный промежуток. А ещё легко перепутать, какой огонь горит при D2 = HIGH: смотри, куда повёрнут треугольник светодиода на схеме.

Ответ: В, Е, Д, Г, А, Б.

По мотивам задачи отборочного этапа НТО Junior 2021/22 «Бортовые огни спутника (BLINK со встречным подключением светодиодов)»

Проверь себя

7.1. Огни из задачи 7.1 должны мигать без тёмных промежутков, но в скетче между огнями видна темнота. Какую строку нужно удалить? Назови её номер из комментария.

```
void loop() {  
  digitalWrite(2, HIGH);    // 1  
  digitalWrite(3, LOW);    // 2  
  delay(400);              // 3  
  digitalWrite(2, LOW);    // 4  
  delay(400);              // 5  
  digitalWrite(3, HIGH);   // 6  
  delay(400);              // 7  
}
```

7.2. Сколько раз загорится светодиод за первые 9 с работы скетча Blink из раздела 7.3 (1 с горит, 1 с не горит)? Считай и самое первое включение в момент 0.

7.3.* Строки программы передатчика перемешались. Четыре функции даны целиком, каждая – одним блоком:

```
// А
void beep(int d) {
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    one_pulse(d);
  }
}

// Б
void send_one() {
  beep(3);
}

// В
void one_pulse(int d) {
  digitalWrite(LASER, HIGH);
  delay(d);
  digitalWrite(LASER, LOW);
  delay(d);
}

// Г
void send_zero() {
  beep(1);
}
```

а) Расставь блоки так, чтобы каждая функция была определена выше места вызова (если порядок двух блоков не важен, ставь `send_zero` раньше `send_one`). б) Сколько миллисекунд длится передача одной единицы `send_one()` ?

7.4. Функции `send_message` из задачи 7.2 передали строку `"-.-. x .. -"`. Сколько раз будет вызвана каждая из функций `send_dot()`, `send_dash()` и `delay()` ?

Пикоспутник: энергия, связь и циклограмма полёта



Самый большой модуль курса сферы – работа с учебным пикоспутником. Его собирают, прошивают, а в конце гоняют на стенде по всей циклограмме полёта: лампа светит – это Солнце, лампу выключили – спутник «ушёл в тень». Здесь собраны расчёты для такого испытания. Сколько ватт даст панель? Из скольких элементов собрать батарею? Дотянет ли спутник до конца тени, сколько снимков успеет уйти на Землю и что сломалось, если график телеметрии «поехал»? В задачах отбора прошлых лет это был короткий сюжет и одно число в ответ, а главная ловушка – в какую сторону округлить. Понадобятся главы 3, 4 и 6, так что эту главу удобнее читать последней.

НА ПАЛЬЦАХ



Рисунок 8.1 – Пикоспутник рядом с пакетом молока

Весит как пакет молока, а внутри – всё, что у большого спутника: панели, батарея, компьютер, радио, камера.

Запомни. В курсе пять систем: СУ (управление, она же бортовой компьютер), СОС (ориентация и стабилизация), СТР (терморегулирование), СЭП (электропитание), БРК (радиокомплекс). Полезная нагрузка – не система, а цель полёта. СЭП кормит все остальные – поэтому любой расчёт спутника начинается с вопроса «хватит ли энергии».

НА ПАЛЬЦАХ

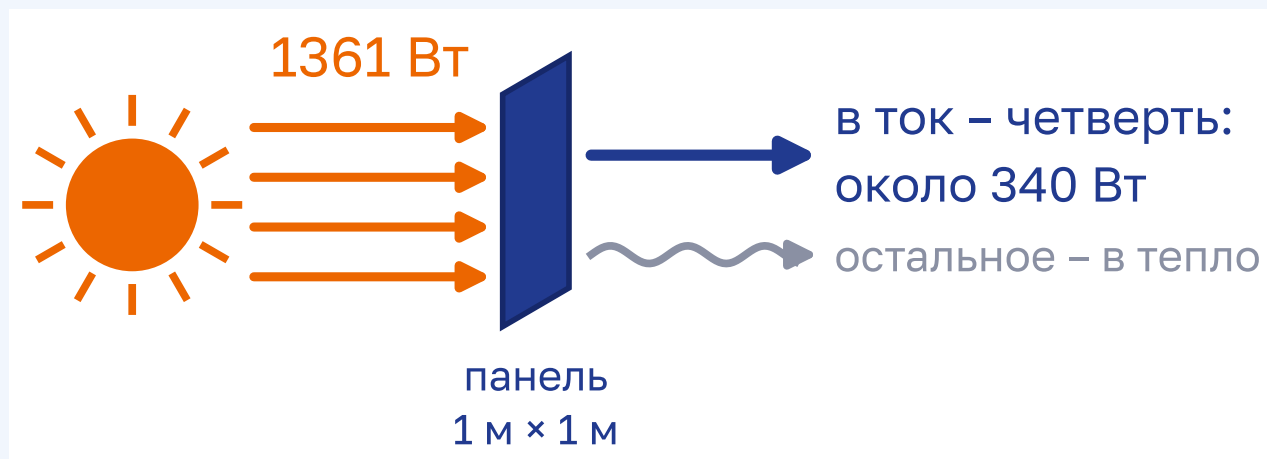


Рисунок 8.2 – Квадратный метр солнечного света и панель, которая превращает его в ток

На квадратный метр в космосе Солнце льёт 1361 Вт – как электрочайник. Панель превращает в ток только часть.

Запомни. Метр на метр солнечного света в космосе – 1361 Вт. Панель отдаёт из них $P = S \cdot A \cdot \eta \cdot k$: площадь – в м², КПД – десятичной дробью, k – какая доля панели «видна» Солнцу (прямо – 1, на 60° – 0,5, боком – 0).

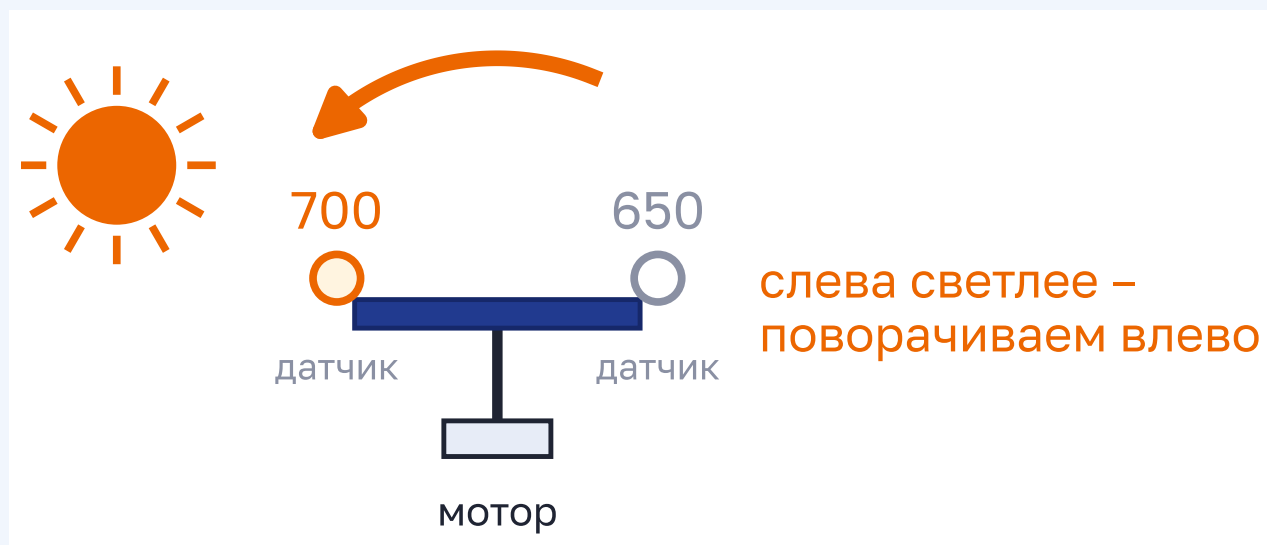


Рисунок 8.3 – Два датчика света по краям панели

Где светлее – туда и поворачивай.

Запомни. Зачем вообще крутить панель: чтобы k оставалось около 1. Сравниваем с порогом, а не на равенство – иначе мотор не успокоится. Разница ровно в порог – ещё «стоим» (в программе стоит знак $>$, а не $\geq$).

Запомни. Порядок всегда один: сначала вольты (сколько элементов в цепочке), потом ампер-часы (сколько цепочек). Оба числа округляем **вверх** – недостающий элемент не допаяешь на орбите. Время в тени – в часах. Проверка: энергия батареи не меньше $P \cdot t$.

Запомни. В ионисторе $C \cdot U^2 / 2$ джоулей, но взять можно не всё – только до напряжения, при котором компьютер ещё жив. Джоули делим на ватты – получаем секунды. И $1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Дж}$: пригодится, когда ионистор сравнивают с аккумулятором.

Запомни. Две разные проверки, и нужны обе. Баланс: панели за свет дают не меньше, чем системы съедают за **весь** виток, вместе с тенью. Запас: одну тень аккумулятор должен вытянуть сам. Ватт-минуты делим на 60 – получаем ватт-часы.

Запомни. Размер – в байтах, скорость – в битах в секунду, поэтому байты сначала умножаем на 8. Снимков за сеанс считаем только целые – округляем вниз. Длина волны $\lambda = c/f$, если частоту взять в герцах. ИК – для соседа, которого видно, радио – для Земли.

Запомни. Мало, чтобы хватило «в сумме»: тень проверяют отдельно, потому что там мощности от панели нет. Не влезает – сначала двигай на свет самый прожорливый режим, и только потом что-то выключай.

Запомни. Одно измерение показывает, **когда** сломалось, а соседнее в тот же момент – **что**. Ток панелей пропал на свету – спутник отвернулся от Солнца; ток в порядке, а заряд тает быстрее прежнего – кто-то забыл выключиться.

Разбор для старта

Задача 8.1 Панель на грани пикоспутника

разминка · солнечная постоянная, КПД, перевод см в м

На грани учебного пикоспутника наклеена солнечная панель 8×10 см с КПД 20 %. Спутник на орбите у Земли, панель смотрит прямо на Солнце. Какую электрическую мощность она даёт? Солнечная постоянная – 1361 Вт/м^2 . Ответ – в ваттах, округли до десятых.

Дано: панель 8×10 см; $\eta = 20 \% = 0,2$; $S = 1361 \text{ Вт/м}^2$; $k = 1$ (прямо на Солнце).

Найти: P – ?

Решение

Шаг 1. Что происходит. Свет падает на панель, часть его (20 %) превращается в электричество. Нужна формула $P = S \cdot A \cdot \eta$.

Шаг 2. Площадь в м^2 . $8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$, $10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$. $A = 0,08 \cdot 0,1 = 0,008 \text{ м}^2$.

Шаг 3. Сколько света падает. $1361 \cdot 0,008 = 10,888 \text{ Вт}$.

Шаг 4. Сколько становится электричеством. $10,888 \cdot 0,2 = 2,1776 \approx 2,2 \text{ Вт}$.

Похоже на правду? Зарядка телефона даёт 5–20 Вт, а тут панель меньше тетрадного листа – пара ватт звучит честно. Маленькому пикоспутнику этого хватает.

 **Типичная ошибка.** Подставить площадь в квадратных сантиметрах:
 $1361 \cdot 80 \cdot 0,2 = 21\,776 \text{ Вт}$ – двадцать киловатт от кусочка меньше открытки. А бывает, умножают на 20 вместо 0,2.

Ответ: 2,2 Вт.

Своя задача по программе сферы, модуль 6

Проверь себя

8.1. Солнечная панель 15×20 см с КПД 20 % смотрит прямо на Солнце (на орбите у Земли, солнечная постоянная – 1361 Вт/м^2). Какую мощность она даёт? Ответ – в ваттах, округли до десятых.

8.2. Панель 20×25 см с КПД 30 % отвёрнута от Солнца: угол между лучами и перпендикуляром к панели – 60° (доля света – по таблице из раздела 8.2). Солнечная постоянная – 1361 Вт/м^2 . Какую мощность даёт панель? Ответ – в ваттах, округли до десятых.

8.3.* Панель 10×10 см с КПД 25 % закреплена на корпусе неподвижно, и лучи падают на неё под углом 40° к перпендикуляру – такого угла в таблице раздела 8.2 нет. Долю света k найди построением, как в совете из того же раздела: панель – отрезок 100 мм под углом 40° к вертикали, измерь её «ширину для Солнца». На сколько ватт больше дала бы та же панель на поворотном устройстве, которое держит её прямо к Солнцу? Солнечная постоянная – 1361 Вт/м^2 . Ответ округли до десятых.

Для любопытных. Отношение «ширины для Солнца» к длине панели в математике называют **косинусом** угла и пишут $\cos$; в школе его проходят в 8–9 классе. На инженерном калькуляторе (в режиме градусов, значок DEG) набери 40 и нажми $\cos$ – получишь то же число, что и на построении, только без погрешности линейки. Проверь режим на 60° : должно выйти ровно 0,5, как в таблице.

8.4. Учебный спутник всё время потребляет 1,2 Вт. Виток – 90 минут: 60 на свету, 30 в тени. Панель с КПД 20 % на поворотном устройстве всегда смотрит прямо на Солнце (солнечная постоянная – 1361 Вт/м^2). Какой наименьшей площади должна быть панель, чтобы баланс витка не был минусовым? Потерями пренебречь. Ответ – в см^2 , округли до целых в нужную сторону.

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. Космос и космонавтика: что нужно знать

1.1. Ответ: Сатурн.

Подсказка: считай по фразе «Мы Все Знаем: Моя Юная Сестра Умеет Нырять» – шестое слово на «С».

1.2. Ответ: Меркурий и Венера.

1.3. Ответ: А, Б, Д, Е.

Подсказка: слова «только» (В) и «самая далёкая» (Ж) проверь по таблице и «визиткам» раздела 1.1.

1.4. Ответ: в 11 раз.

Подсказка: здесь не упорядочить, а разделить: $142\,984 : 12\,756 \approx 11,2$, округли до целых.

К главе 2. Сила, движение и невесомость

2.1. Ответ: 34,3 Н.

2.2. Ответ: 29,8 кг.

Подсказка: весы показывают не массу, а силу давления, делённую на 9,8; масса космонавта осталась 180 кг.

2.3. Ответ: 12,5 м/с².

2.4. Ответ: 1764 Н.

К главе 3. Инженерная математика: единицы, объёмы, проценты

3.1. Ответ: 350 л.

3.2. Ответ: 162 г.

Подсказка: плотность алюминия в г/см³, поэтому толщину переведи в сантиметры: 3 мм = 0,3 см.

3.3. Ответ: на 25 %.

Подсказка: процент считаем от значения «до» увеличения – теперь это 320 Вт, а не 400 Вт.

3.4. Ответ: 144 кг, это на 4 % меньше исходных 150 кг.

Подсказка: второй раз 20 % считаются уже от 180 кг, поэтому к 150 кг масса не вернётся.

К главе 4. Орбиты: как летают спутники

4.1. Ответ: 96 мин.

4.2. Ответ: 11 ч 15 мин.

Подсказка: секунды переведи в часы (раздели на 3600), а дробную часть часа – в минуты (умножь на 60).

4.3. Ответ: Б.

4.4. Ответ: Б.

Подсказка: спутник над экватором – для Новосибирска это к югу; для нас он неподвижен, поворачивать тарелку не нужно.

К главе 5. 3D-моделирование: объёмы и массы в Компас-3D

5.1. Ответ: 64,8 г.

5.2. Ответ: 155,7 г.

5.3. Ответ: 24,3 г.

5.4. Ответ: Б.

Подсказка: фигура должна прилегать к оси прямой стороной и не пересекать ось; представь, что получится, если её раскрутить.

К главе 6. Электроника: ток, напряжение, сопротивление

6.1. Ответ: 20 мА.

6.2. Ответ: 5 В.

Подсказка: здесь неизвестно напряжение – нужна форма $U = I \cdot R$; ток сначала переведи в амперы.

6.3. Ответ: 330 Ом.

6.4. Ответ: 390 Ом; ток 17,9 мА.

К главе 7. Программирование: Arduino и Python

7.1. Ответ: строку 5.

Подсказка: найди место, где обе ножки уже в LOW, а программа всё равно ждёт.

7.2. Ответ: 5 раз.

Подсказка: круг `loop()` длится 2 с – выпиши моменты включений: 0, 2, 4, ...

7.3. Ответ: а) В, А, Г, Б; б) 60 мс.

Подсказка: первой ставь функцию, которая никого не вызывает; один импульс – `d` мс света и `d` мс темноты.

7.4. Ответ: `send_dot()` – 4 раза, `send_dash()` – 3 раза, `delay()` – 3 раза.

К главе 8. Пикоспутник: энергия, связь и циклограмма полёта

8.1. Ответ: 8,2 Вт.

8.2. Ответ: 10,2 Вт.

Подсказка: к формуле из разбора добавь долю света: при 60° $k = 0,5$.

8.3. Ответ: на 0,8 Вт.

Подсказка: спрашивают разницу, а не мощность под углом: теряется доля $1 - k$, где $k \approx 0,766$ (76–77 мм из 100 на построении).

8.4. Ответ: 67 см².

Подсказка: ищем площадь, а не число панелей: расход бери за весь виток (90 мин), а делить надо на 60 минут света; м² в см² – умножь на 10 000 и округли вверх.

Всё, что может понадобиться под рукой во время решения: числа, которые используются в книге, перевод единиц, формулы фигур и все «Запомни» из глав на нескольких страницах.

Шпаргалка: всё «Запомни» из глав

Глава 1. Космос и космонавтика: что нужно знать

Запомни. Три «самых»: больше всех – Юпитер, меньше всех – Меркурий, горячее всех – Венера, хотя ближе всех к Солнцу не она. Первые четыре планеты – маленькие и каменные, последние четыре – гиганты, и кольца есть у каждого из них. Две первые планеты ходят без спутников.

Запомни. Хвост работает как указатель: продолжи его через голову кометы – и упрёшься в Солнце. Орбита замкнута – комета ещё прилетит, не замкнута – видим её в первый и последний раз. Метеор – вспышка в небе, метеорит – камень, который можно подержать в руках.

Запомни. Почти все «первые» уложились в 14 лет – с 1957 по 1971 год. Держи в голове опорные года: 1957 – спутник, 1961 – Гагарин, 1965 – Леонов, 1969 – люди на Луне, 1970 – сразу три «первых» (грунт, луноход, посадка на Венеру). Любую другую дату ставь относительно них.

Запомни. Тип аппарата выдаёт высота. Сотни километров – там снимают Землю и живут на станции. Около 19 тысяч – навигация. Почти 36 тысяч над экватором – связь и погода. Улетел от Земли насовсем – межпланетная станция. А разница между кораблём и станцией простая: корабль людей возит, на станции люди живут.

Глава 2. Сила, движение и невесомость

Запомни. Масса в килограммах от планеты не зависит. Сила – всегда в ньютонах: притяжение $F = m \cdot g$, у Земли $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Вес – тоже сила, это давление на опору; убрали опору – вес пропал, а притяжение осталось. Весы показывают не массу, а вес, делённый на 9,8, – поэтому на Луне они «врут».

Запомни. «Метры в секунду» (м/с) – это про скорость, «метры в секунду за секунду» (м/с²) – про то, как быстро она меняется. Путь делим на время – получаем скорость. Прибавку скорости делим на время – получаем ускорение. Падающий камень каждую секунду прибавляет 9,8 м/с.

Запомни. Хочешь изменить скорость – нужна сила, и чем больше масса, тем больше силы: $a = F/m$. Толкнул – получил сдачи той же силой; после толчка лёгкий едет быстрее тяжёлого: $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$. Ракета отталкивается от собственного газа, воздух ей не нужен. Воздух тормозит всё, что движется, – на Луне тормозить некому.

Запомни. Спросят «почему невесомость» – отвечай «потому что всё падает вместе», а не «потому что нет тяжести»: на МКС Земля тянет почти на 90 %. Воздух тормозит корпус, а человека внутри – нет: человека прижимает к передней стенке. В разгоняющейся кабине тяжёлое отстаёт к задней стенке, а гелиевый шарик уходит вперёд, туда, куда ускоряется кабина.

Запомни. Перегрузка – это «во сколько раз тяжелее, чем обычно». Ускорение вверх: $n = a/g + 1$, и единица здесь – та самая обычная тяжесть, без неё ответ неверный. Ускорение вниз: $n = 1 - a/g$. Свободное падение: $n = 0$.

Глава 3. Инженерная математика: единицы, объёмы, проценты

Запомни. Единица мельче – число больше. Объёмы шагают через тысячу: $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$, $1 \text{ л} = 1000 \text{ мл}$, $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$. В сутках 86 400 с, и время не десятичное: $0,5 \text{ ч} = 30 \text{ мин}$.

Запомни. Прежде чем умножать на плотность, посмотри, что у неё стоит после черты. Кг/л – объём нужен в литрах, г/см³ – в кубических сантиметрах.

Запомни. Почти все ошибки здесь – из-за радиуса и диаметра: радиус – половина. Конус – треть цилиндра, полушар – половина шара, шар – две трети цилиндра той же ширины и высоты. Шар вдвое шире – объём в 8 раз больше.

Запомни. Увидел «на сколько процентов» – сразу спроси себя: «от чего?». От того, что было до. Плюс $p \%$ – умножить на $(1 + p/100)$, минус $p \%$ – на $(1 - p/100)$.

Запомни. Спрашивают «сколько взять» – вверх. Спрашивают «сколько получится» – вниз. Ждал целое, а вышло 6,47 – ищи ошибку, а не округляй.

Запомни. Время = работа : скорость. Ожидание не бывает меньше нуля. Поменялись условия – пересчитай скорость.

Глава 4. Орбиты: как летают спутники

Запомни. К высоте прибавь 6371 км – получишь радиус орбиты. $T = 2\pi(R + h)/v$: километры делим на километры в секунду – выходят секунды. Витков в сутки – $1440/T$, где T в минутах.

Запомни. «Висеть» над одной точкой спутник может только над экватором, на высоте 35 786 км. Тарелку на такой спутник наводят один раз, из Новосибирска – на юг. Где приём лучше, решает луч антенны спутника, а не то, над кем он «ближе».

Запомни. $1^\circ = 60'$, поэтому $55^\circ 01' = 55,02^\circ$. Широта отсчитывается от экватора, долгота – от Гринвича. Трасса спутника с наклоном i не заходит дальше i с. ш. и i ю. ш.: у МКС граница – $51,6^\circ$, а Новосибирск на 55° .

Запомни. Спутник пролетел над двумя городами на одном витке: $t/T = \theta/360^\circ$. Здесь θ – угол между радиусами к городам из центра Земли, а не разность долгот. В «Компасе» это угол между двумя отрезками по 6371 мм, проведёнными под углами $90^\circ - \varphi$ к оси Земли.

Запомни. Время в тени = период × доля витка в тени. На низких орбитах в тени от трети до 40 % витка, у МКС – около 36 минут из 93. Правило «половина витка в тени» даёт запас, а не точный ответ.

Глава 5. 3D-моделирование: объёмы и массы в Компас-3D

Запомни. Тело не строится или вышло тонкой стенкой? Проверь по порядку: все линии контура – стиля «Основная»; контур замкнут, без щелей и двойных линий; ось вращения – «Осевая» или ось координат. Числа в эскизе – миллиметры.

Запомни. Объём детали собирают из кусков: выдавленный кусок – $S \cdot h$, кусок вращения – по таблице выше, отверстие – со знаком минус. Ширина половины профиля – **радиус**.

Запомни. Высота сборки – это сумма высот деталей минус всё, что «утонуло» в отверстиях. Фломастер с колпачком короче, чем фломастер и колпачок, положенные в линию.

Запомни. Перед тем как ввести массу из МЦХ, проверь: материал или плотность – те, что в условии? Объём переведён из мм³ (делим на 1000 – см³, на миллион – литры)?

Запомни. Как округляют в курсе. В заданиях курса по Компасу формат ответа задан условием, и он бывает разный: «масса в граммах целым числом, округление в большую сторону» (50,3 г – это 51) или «масса в килограммах, до тысячных» (0,0514 – это 0,051). Делай так, как сказано в условии, и смотри на единицу рядом с числом в окне МЦХ: у материалов из библиотеки масса бывает в килограммах, а при ручном вводе плотности – в граммах.

Глава 6. Электроника: ток, напряжение, сопротивление

Запомни. Нет замкнутого круга – нет тока. Вольты толкают, амперы текут, омы мешают. Приставка «милли» – это тысячная доля (1 мА = 0,001 А), «кило» – тысяча (1 кОм = 1000 Ом). На Arduino 5V – плюс, GND – минус.

Запомни. $I = U/R$. Две другие формы – $U = I \cdot R$ и $R = U/I$ – из неё же. Все числа бери из одной тройки единиц: В, А, Ом или В, кОм, мА.

Запомни. Последовательно: ток один и тот же, $R = R_1 + R_2 + \dots$, напряжения складываются. Параллельно: напряжение одно и то же, $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (меньше самого маленького), токи складываются.

Запомни. Анод (+) – длинная ножка, катод (–) – короткая, со стороны среза ободка. Светодиод – только через резистор: $R = (U - U_{\text{св}})/I$, номинал из ряда E12 – ближайший **большой**.

Запомни. Делитель: $U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, R_2 – нижний (к GND). Одинаковые резисторы – половина напряжения. Потенциометр – делитель, у которого $R_1 + R_2$ постоянно, а доля меняется ручкой.

Запомни. `analogRead` даёт целое число от 0 до 1023. $N = U/5 \cdot 1023$, $U = N \cdot 5/1023$. Сравнивают всегда с диапазоном, а не с точным числом.

Запомни. $\tau = R \cdot C$ (Ом · Ф = с, кОм · мкФ = мс). За τ – 63 %, за 3τ – 95 %, за 5τ – 99 %.

Запомни. $P = U \cdot I$ (Вт). Время работы $t = \text{ёмкость} / \text{ток}$ (мА·ч / мА = ч). Последовательно – складываются вольты, параллельно – мА·ч. Число батареек: по напряжению – длина цепочки, по ёмкости – число цепочек (вверх).

Глава 7. Программирование: Arduino и Python

Запомни. `=` кладёт, `=` спрашивает. Целое делим на целое – получаем целое: `7 / 2` даёт 3, а `7 % 2` – остаток 1. Нужна дробь – сделай одно из чисел дробным: `7.0 / 2` даёт 3.5. Больше 32 767 в `int` не положишь.

Запомни. В цепочке `if ... else if` срабатывает одна ветка – первая, где условие верно. `for (int i = 0; i < n; i++)` делает ровно n кругов, а последний раз счётчик равен $n - 1$. У `while` проверка стоит в начале круга – поэтому в примере вышло 243, а не 81. Функцию пишут выше вызова, а номер последнего символа строки на единицу меньше длины.

Запомни. Настройка ножек – в `setup()`, работа – в `loop()`. Все времена у Arduino в миллисекундах: `delay(1000)` – одна секунда, `millis()` считает от включения. `analogRead` отвечает числом от 0 до 1023, а `digitalRead` – только HIGH или LOW.

Запомни. Веса разрядов справа налево: 1, 2, 4, 8, 16, 32... Самый первый остаток от деления на 2 – это младший бит. Перевёл число – переведи обратно и сравни: перепутанный порядок битов сразу вылезет.

Запомни. Сдвинул строку на 4 пробела – она попала внутрь цикла или условия. Число с клавиатуры – только через `int(input())`. Нацело в Python делит `//`, одна черта даёт дробь. Кадр обходят двумя циклами: снаружи `y`, внутри `x`.

Запомни. Вместо `delay` – вопрос «сколько я уже в этом состоянии?»: `millis() - start`. Номер состояния живёт в одной переменной, а переходы проверяет цепочка `if ... else if` в `loop()`. Нарисовал схему – убедись, что из каждого прямоугольника выходит хотя бы одна стрелка.

Глава 8. Пикоспутник: энергия, связь и циклограмма полёта

Запомни. В курсе пять систем: СУ (управление, она же бортовой компьютер), СОС (ориентация и стабилизация), СТР (терморегулирование), СЭП (электропитание), БРК (радиокомплекс). Полезная нагрузка – не система, а цель полёта. СЭП кормит все остальные – поэтому любой расчёт спутника начинается с вопроса «хватит ли энергии».

Запомни. Метр на метр солнечного света в космосе – 1361 Вт. Панель отдаёт из них $P = S \cdot A \cdot \eta \cdot k$: площадь – в м², КПД – десятичной дробью, k – какая доля панели «видна» Солнцу (прямо – 1, на 60° – 0,5, боком – 0).

Запомни. Зачем вообще крутить панель: чтобы k оставалось около 1. Сравниваем с порогом, а не на равенство – иначе мотор не успокоится. Разница ровно в порог – ещё «стоим» (в программе стоит знак $>$, а не $\geq$).

Запомни. Порядок всегда один: сначала вольты (сколько элементов в цепочке), потом ампер-часы (сколько цепочек). Оба числа округляем **вверх** – недостающий элемент не допаяешь на орбите. Время в тени – в часах. Проверка: энергия батареи не меньше $P \cdot t$.

Запомни. В ионисторе $C \cdot U^2 / 2$ джоулей, но взять можно не всё – только до напряжения, при котором компьютер ещё жив. Джоули делим на ватты – получаем секунды. И 1 Вт·ч = 3600 Дж: пригодится, когда ионистор сравнивают с аккумулятором.

Запомни. Две разные проверки, и нужны обе. Баланс: панели за свет дают не меньше, чем системы съедают за **весь** виток, вместе с тенью. Запас: одну тень аккумулятор должен вытянуть сам. Ватт-минуты делим на 60 – получаем ватт-часы.

Запомни. Размер – в байтах, скорость – в битах в секунду, поэтому байты сначала умножаем на 8. Снимков за сеанс считаем только целые – округляем вниз. Длина волны $\lambda = c / f$, если частоту взять в герцах. ИК – для соседа, которого видно, радио – для Земли.

Запомни. Мало, чтобы хватило «в сумме»: тень проверяют отдельно, потому что там мощности от панели нет. Не влезает – сначала двигай на свет самый прожорливый режим, и только потом что-то выключай.

Запомни. Одно измерение показывает, **когда** сломалось, а соседнее в тот же момент – **что**. Ток панелей пропал на свету – спутник отвернулся от Солнца; ток в порядке, а заряд тает быстрее прежнего – кто-то забыл выключиться.

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.