

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ - ОТ 6 ДО 11 ЛЕТ

Самолёты, которые говорят

Четыре урока о том, как каждый самолёт в небе сообщает миру, где он, и как мы можем его слушать. К концу ты сможешь объяснить всё это от начала до конца и часть этого построишь своими руками.

Учебник - <https://radar.dataero.eu/ru/learning/ages-6-11/student> 2026-10-22

СОДЕРЖАНИЕ

УРОК 1 Оживлённое небо и говорящий самолёт

УРОК 4 Много ушей - одна карта

УРОК 2 Невидимый свет: на чём летит сообщение

Викторина «Слушатель неба»

УРОК 3 Металлические уши и круглая Земля

КОНЕЦ Собери металлические уши

УРОК 1

Оживлённое небо и говорящий самолёт

Прямо сейчас над твоей школой почти наверняка есть самолёт. Скорее всего, не один. Ты их не видишь, потому что они в десяти километрах над землёй, выше самой высокой горы в Европе, и летят со скоростью 900 километров в час, то есть 250 метров каждую секунду. В обычный день Европу пересекают около тридцати тысяч самолётов. Ни один из них не видит других как следует, и ни у одного нет дороги, по которой ехать. Поэтому кто-то на земле должен всё время знать, где каждый из них, чтобы их разводить. Этот человек - авиадиспетчер. Но как человек в комнате на земле может знать, где самолёт, в десяти километрах над ним, за облаками?

Долгое время ответом был радар: огромная вращающаяся тарелка, которая посылает радиоимпульс и слушает слабое эхо, отскочившее от самолёта. Радар есть и сейчас. Но сегодня большинство самолётов делают кое-что похитрее. У каждого современного самолёта на борту есть спутниковый приёмник, такой же, как тот, благодаря которому работает карта в машине или в телефоне, поэтому самолёт всегда точно знает, где он. А ещё у самолёта есть маленькая рация. И вместо того чтобы ждать, пока кто-то на земле его найдёт, **самолёт просто сам говорит всем, где он**. Примерно дважды в секунду его рация посылает короткое сообщение: кто я, где я, как высоко, как быстро лечу. Никто об этом не просит. Никто не нажимает кнопку. Оно просто уходит в эфир, снова и снова, всем, кто слушает.

Сообщение не может состоять из слов. Рация умеет только одно: послать крошечный импульс или не послать. Поэтому сообщение состоит из ответов «да» или «нет», 112 штук подряд, и все договорились, что значит каждый. Первые 24 ответа составляют имя самолёта - код, который ему дают при постройке и который он хранит всегда, как номерной знак. На 24 вопроса «да/нет» можно ответить почти 17 миллионами разных способов, так что у каждого самолёта в мире может быть своё имя. Последние 24 ответа - проверка: слушатель делает над сообщением вычисление, и если результат не сходится, сообщение по дороге перепуталось и выбрасывается. Самолёт всё равно пошлёт его снова через полсекунды.

Вот что нужно запомнить из этого урока, потому что многие взрослые тут ошибаются: **никто не ищет самолёт. Самолёт объявляет о себе сам.** Спутники за ним не следят; они только сообщают ему время, а остальное он вычисляет сам.

В классе: игра в диспетчерскую вышку

Половина из вас - самолёты: вы идёте по сетке на полу и через каждые несколько шагов выкрикиваете своё сообщение: имя, клетку, высоту, скорость. Другая половина - диспетчерская вышка: вы рисуете каждый самолёт на бумажной сетке. Потом поменяйтесь. Потом попробуйте так, чтобы самолёты могли говорить только раз в минуту, и посмотрите, как рисунок вышки разваливается. Вот почему настоящие самолёты говорят дважды в секунду.

УРОК 2**Невидимый свет: на чём летит сообщение**

Сообщение покидает самолёт в виде радиоволны. А радиоволна - это свет. Не что-то похожее на свет, а то же самое, что выходит из фонарика или из Солнца, и летит оно с той же скоростью: 300 000 километров каждую секунду, семь раз вокруг Земли за то время, пока ты скажешь «раз».

Так почему же ты его не видишь? Тряси верёвку медленно - получишь длинные ленивые волны; тряси быстро - короткие и частые. Свет тоже волна, и разные цвета - это разные скорости колебаний. Красный колеблется быстро; фиолетовый - ещё быстрее. Наши глаза замечают только узкую полоску скоростей колебаний - цвета радуги. Радио колеблется слишком медленно, чтобы глаза его уловили, хотя волна самолёта всё равно колеблется больше тысячи миллионов раз в секунду. Радио - это цвет, которого мы не видим. Собаки слышат свистки, которых мы не слышим; пчёлы видят на цветах узоры, которых мы не видим; а антенна видит цвет света, которого не видим мы.

Из-за того, что волна самолёта колеблется медленно, она длинная: от одного гребня до следующего - 27 сантиметров, примерно длина линейки. Подними линейку. Тысячи гребней такого размера проходят через класс прямо сейчас, от каждого самолёта в радиусе 400 километров, и никто их не чувствует.

А теперь самая важная фраза этого урока. **Радио - это не звук.** Коробка, которую называют «радио», издаёт звук, и это сбивает с толку, но сами радиоволны - беззвучный свет. Звук - это воздух, толкающий воздух; ему нужен воздух, чтобы двигаться, и он медленный, около 340 метров в секунду, поэтому молнию ты видишь раньше, чем слышишь гром. Радио не нужно ничего: оно пересекает пустое пространство между спутниками и самолётом, где воздуха нет совсем. И оно почти в миллион раз быстрее звука. Рёв двигателей самолёта - это звук, и он долетает до тебя, когда самолёт давно пролетел. Сообщение самолёта - это свет, и оно долетает до антенны в 20 километрах меньше чем за одну десятитысячную секунды.

В классе: верёвка и гонка

В парах делайте волны на верёвке: медленные и длинные, потом быстрые и короткие, и измеряйте их. Потом гонка самых быстрых гонцов: слово, передаваемое шёпотом по цепочке из двадцати человек, против фонарика, мигнувшего через весь зал. Шёпот - как звук, который передаётся от одного кусочка воздуха к следующему. Фонарик - как сообщение самолёта.

УРОК 3**Металлические уши и круглая Земля**

Если радио - цвет, которого мы не видим, то кто его видит? Кусок металла, который называется **антенна**. Когда радиоволна проходит мимо куска металла, она заставляет электричество внутри металла качаться туда-сюда в такт с волной. Это крошечное качание и есть слышание, и машина, которая называется приёмник, читает по нему импульсы самолёта. Оглянись: у Wi-Fi-роутера есть антенны, у машины есть антенна на крыше, у твоего телефона она спрятана внутри у края, а на крыше школы их, наверное, несколько.

Антенна - это настроенное ухо. Качели взлетают выше всего, когда их толкают в такт их собственному движению туда-сюда, а кусок металла «качается» электрически лучше всего, когда у него правильный размер для волны: четверть длины волны. Волна самолёта - 27 сантиметров, значит, лучшая антенна для неё - высотой около 7 сантиметров. Вот почему настоящая антенна, и на самолёте, и на земле, - маленький штырёк, а не большая тарелка. Здесь «больше» не значит «лучше». Важен правильный размер, а правильный размер мал.

А как далеко металлическое ухо может услышать самолёт? Это решает кое-что удивительное: **Земля круглая**. Радио - это свет, свет летит по прямой, а сквозь землю пройти не может. Поэтому прямая линия от антенны на крыше скоро упирается в изгиб Земли, и любой самолёт за этим изгибом спрятан, как бы громко он ни говорил, - как корабль, ушедший за горизонт. Чем выше ты, тем дальше видишь за изгиб; ты знаешь это, когда встаёшь на стул, чтобы увидеть поверх толпы. Вот почему антенны ставят на крыши, мачты и холмы. С крыши антенна может услышать самолёт на высоте десять километров с расстояния больше 400 километров - дальше, чем от Брюсселя до Парижа и обратно. А самолёт, который только что взлетел из аэропорта в 50 километрах, может быть полностью спрятан за Землёй, пока не поднимется достаточно высоко, чтобы выглянуть из-за неё.

В классе: построй антенну, потом выйди на улицу

Вырежи полоску картона длиной 7 сантиметров, оберни её фольгой и поставь на квадрат, покрытый фольгой. Это правильный размер и правильная форма настоящей антенны; настоящий приёмник добавляет к ней радио и компьютер, чтобы читать импульсы. Потом на площадке: присядь, встань, залезь на скамейку. Что появляется каждый раз? Вот что крыша делает для антенны.

УРОК 4

Много ушей - одна карта

Одна антенна на одной крыше слышит самолёты в круге неба диаметром несколько сотен километров. Чтобы увидеть всю Европу, нужны сотни антенн - на домах, в аэропортах и школах, - расставленных так, чтобы их круги перекрывались. Каждая отправляет то, что слышит, через интернет в компьютер, и компьютер складывает круги вместе, как пазл. Один и тот же самолёт обычно слышат десять или двадцать антенн сразу; компьютер замечает, что это один и тот же самолёт, и рисует его только один раз. Если одна антенна сообщает о самолёте там, где с ней не согласны все остальные антенны, компьютер понимает, что это, скорее всего, ошибка, и не учитывает её.

В результате получается карта в реальном времени: каждый самолёт, который говорит: где он, как высоко, как быстро, в какую сторону, и всё обновляется каждую секунду. И теперь ты знаешь всю цепочку от начала до конца. Самолёт слушает спутники и вычисляет, где он. Он говорит об этом дважды в секунду сообщением из 112 ответов «да/нет». Сообщение едет на волне невидимого света. Настроенное металлическое ухо на крыше ловит его, пока самолёт выше изгиба Земли. А сотни ушей вместе, делясь тем, что слышат, складывают карту. Никто на земле ничего не измерял. Самолёты нам сказали, а мы послушали.

Последний вопрос - из тех, что хороший учёный всегда задаёт. Показывает ли карта каждый самолёт? Нет. Она показывает те самолёты, которые говорят. Почти все большие авиалайнеры говорят. У некоторых маленьких самолётов, планеров и воздушных шаров такой рации нет, а некоторые военные самолёты сами решают её не пользоваться. Так что карта честная, но не полная. Полных карт не бывает.

В классе: пазл, потом настоящая карта

Сначала снова сетка на полу, но теперь каждая вышка слышит только свой угол комнаты. Положите листы рядом: вместе они показывают каждый самолёт. Потом настоящая карта, приближенная к школе. Ваша группа десять минут следит за одним самолётом: его имя, высота, скорость, откуда он летит и куда. Потом расскажите всю историю о том, как он попал на карту, шаг за шагом, своими словами.

Викторина «Слушатель неба»

Выбери ответ. Если он неверный, подумай ещё и попробуй другой; смысл в том, чтобы понять почему.

1. 1. Как часто самолёт посылает своё сообщение?

- А. Раз в день
- В. Примерно дважды в секунду
- С. Только когда пилот нажимает кнопку

2. 2. Кто узнаёт, где находится самолёт?

- А. Спутники следят за ним из космоса
- В. Самолёт сам вычисляет это и говорит всем
- С. Авиадиспетчер угадывает

3. 3. Что такое радиоволна?

- А. Громкий звук
- В. Вид света, которого наши глаза не видят
- С. Вид ветра

4. 4. Почему антенну ставят на крышу?

- А. Чтобы быть ближе к самолётам
- В. Чтобы её прямая линия видимости дотягивалась дальше за изгиб Земли
- С. Потому что птицам так нравится

5. 5. Почему карте нужны сотни антенн?

- А. Одна антенна слышит только круг неба в несколько сотен километров
- В. Антенны легко ломаются
- С. Каждому самолёту нужна своя антенна

КОНЕЦ**Собери металлические уши**

Теперь ты знаешь всю историю: самолёт, который говорит, невидимый свет, металлические уши и круглая Земля, и карта, которую делают много слушателей. Последний шаг - стать одним из слушателей. У твоего учителя есть страница, которая объясняет, как собрать настоящий приёмник для школы, с настоящей антенной на крыше или у окна. Когда он заработает, самолёты над твоей школой будут на большой карте, потому что их услышал твой класс.

Спроси учителя о практикуме <https://radar.dataero.eu/ru/learning/workshop>

Ответы

1. 1. Как часто самолёт посылает своё сообщение?

В. Примерно дважды в секунду За одну минуту самолёт пролетает 15 километров. Если бы он говорил только раз в минуту, карта всегда была бы неверной. Дважды в секунду - и она всегда свежая, и никому не нужно ничего нажимать.

2. 2. Кто узнаёт, где находится самолёт?

В. Самолёт сам вычисляет это и говорит всем Спутники только выкрикивают время. Самолёт измеряет, насколько поздно приходит каждый крик, вычисляет своё положение и объявляет его. Никто не ищет самолёт; самолёт говорит сам.

3. 3. Что такое радиоволна?

В. Вид света, которого наши глаза не видят Радио - это свет такого цвета, которого наши глаза не видят. Ему не нужен воздух, оно пересекает пустое пространство и летит почти в миллион раз быстрее звука.

4. 4. Почему антенну ставят на крышу?

В. Чтобы её прямая линия видимости дотягивалась дальше за изгиб Земли Расстояние вверх до самолёта с крыши почти не меняется. Меняется то, как далеко дотягивается прямая линия видимости, прежде чем упрётся в изогнутую землю. Выше - значит дальше.

5. 5. Почему карте нужны сотни антенн?

А. Одна антенна слышит только круг неба в несколько сотен километров Каждая антенна слышит только самолёты выше своего горизонта. Много антенн, расставленных так, что их круги перекрываются, накрывают целый континент, а компьютер складывает круги вместе.