

СЕМЕЙНЫЙ НАБОР - ДЛЯ РОДИТЕЛЯ

Как объяснить ребёнку говорящие самолёты

Эта страница даёт вам понимание, а не только сценарий. Каждая глава объясняет идею по-настоящему, а затем показывает ту картинку, которую может удержать в голове ребёнок от 5 до 12 лет, почему эта картинка честная, где она ломается, и домашний опыт за кухонным столом, который делает её реальной. Прочитайте её один раз сами; дальше рассказывать будет страница для ребёнка.

Учебник - <https://radar.dataero.eu/ru/learning/family> 2026-10-22

СОДЕРЖАНИЕ

Почему эта тема так хорошо работает с детьми

ГЛАВА 1 Оживлённое небо, и почему кто-то должен за ним следить

ГЛАВА 2 Как самолёт знает, где он: гром, молния и спутники

ГЛАВА 3 Сообщение: что говорит самолёт и как часто

ГЛАВА 4 Невидимый свет: что такое радиоволна на самом деле

ГЛАВА 5 Металлические уши: антенны, и почему важно, что Земля круглая

ГЛАВА 6 Карта: много ушей складывают одну картину

Вопросы, которые задают дети, и честные ответы

ДАЛЬШЕ Последняя глава - настоящий приёмник

Почему эта тема так хорошо работает с детьми

Дети от пяти до двенадцати лет - прирождённые сыщики невидимого. Они уже принимают, что телефон «разговаривает» с вышкой, которой не видно, что пульт «посылает» что-то телевизору, что Луна тянет море. Им не хватает не готовности верить в невидимые вещи, а картинки того, как эти вещи работают, и они с удивительной точностью отличают настоящее объяснение от «это просто волшебство». ADS-B даёт вам цепочку из пяти идей, у каждой из которых есть конкретная и честная картинка, которую ребёнок может удержать, и каждую из которых можно показать дома с помощью верёвки, фонарика и телефона.

Главный принцип этой страницы: упрощение должно быть правдой, сказанной просто, а не неправдой, сказанной утешительно. «Радио - это свет, которого не видят твои глаза» - упрощение, но правда, и физик кивнёт. «Радио - это особый вид звука» - просто и неверно, и в четырнадцать лет это придётся переучивать. У каждой аналогии ниже отмечено, где она держится и где ломается, чтобы вы могли уверенно сказать «это немного похоже на...» и «но не совсем, потому что...», когда ребёнок начнёт допытываться.

Глубина по возрасту

Ребёнку 5-7 лет вполне достаточно глав 1, 3, 4 и 6, рассказанных как история, и главное здесь - опыты. С ребёнком 8-12 лет пройдите все шесть; ему захочется чисел (дважды в секунду, 300 000 км в секунду, 400 км) и «почему», и можно дать ему самому поуправлять картой в реальном времени. Если вам нужно полное взрослое объяснение, стоящее за любой главой, базовый курс разбирает его подробно.

ГЛАВА 1**Оживлённое небо, и почему кто-то должен за ним следить**

Идея. В обычный день Европу пересекают около 30 000 рейсов. Над бельгийским городком почти всегда есть хотя бы один авиалайнер, обычно несколько, и почти все они слишком высоко, чтобы их ясно разглядеть: в десяти километрах над землёй, где воздух разрежённый и холодный, а самолёты видны лишь как блик или белая полоска. Они летят со скоростью около 900 км/ч, то есть 250 метров каждую секунду, и видят друг друга не лучше, чем мы их. Значит, кто-то на земле должен всё время знать, где каждый из них, чтобы их разводить. Эта работа называется управлением воздушным движением, и весь вопрос курса в том, как они это узнают.

Картинка для ребёнка. Небо - это автострада, на которой не нарисовано дороги и нет разметки между полосами, а машины на ней едут быстрее всего, что есть на земле, и не видят друг друга. Кто-то должен быть регулировщиком для всего неба. Детей это по-настоящему захватывает, стоит им понять, сколько самолётов там наверху; удивление - крючок для всего, что будет дальше.

Где держится и где ломается. Картинка с автострадой хороша для «быстро, много, нужно разводить». Она вводит в заблуждение, если ребёнок решит, что самолёты летят по нарисованным маршрутам близко друг к другу; на самом деле их держат на расстоянии не менее 300 метров по вертикали и нескольких километров по горизонтали, поэтому столкновения так редки. Скажите: «правило такое: они никогда не должны быть ближе, чем три футбольных поля, поставленных друг на друга».

Дома: пятиминутный подсчёт

Постойте пять минут у окна или в саду, смотря и слушая. Отмечайте каждый самолёт, который видите или слышите. Потом откройте на телефоне карту в реальном времени, приблизьте свой город и сравните: почти всегда там на несколько самолётов больше, чем вы заметили. Разрыв между тем, что ловит глаз, и тем, что показывает карта, и есть урок: небо гораздо оживлённее, чем кажется, и кто-то видит его целиком. Сохраните подсчёт; он снова понадобится в главе 6.

ГЛАВА 2**Как самолёт знает, где он: гром, молния и спутники**

Идея. Хитрость ADS-B в том, что земле не нужно искать самолёт: самолёт уже знает, где он, и просто об этом сообщает. Знает он благодаря навигационным спутникам - их около тридцати, они кружат вокруг Земли на высоте 20 000 км, у каждого очень точные часы, и каждый без конца

выкрикивает: «я спутник номер 12, и сейчас ровно...». Радиоволне нужно немного времени, чтобы спуститься с такой высоты, около семи сотых секунды, поэтому самолёт слышит время каждого спутника с небольшим опозданием. Насколько с опозданием - говорит ему, как далеко этот спутник. От четырёх спутников - четыре расстояния, и в мире есть только одно место на правильном расстоянии от всех четырёх: там самолёт и находится, с точностью до нескольких метров.

Картинка для ребёнка. Гром и молния. Вспышку видишь сразу, гром слышишь позже, и чем длиннее пауза, тем дальше гроза: сосчитай секунды и раздели на три - получишь километры. Спутник - это молния, самолёт - это ты, считающий секунды. Теперь представь четыре грозы сразу в четырёх направлениях; если бы ты знал, как далеко каждая, ты мог бы точно вычислить, где стоишь. Дети, которые уже считали секунды до грома, владеют половиной этой идеи.

Где держится и где ломается. Прекрасно держится для «задержка говорит о расстоянии». Ломается в одном месте: с громом медленное (звук) приходит после быстрого (света), и ты сравниваешь их. У спутников сигнал только один, а самолёт знает, когда он был послан, потому что спутник пишет время отправки внутри сообщения, как письмо, на котором указано время отправления. Если ребёнок спросит «а откуда самолёт знает, когда спутник крикнул?», это и есть правильный ответ - и знак того, что ребёнок понял.

Дома: игра в эхо

Встаньте в противоположных концах длинной комнаты или сада. Один хлопает в ладоши; другой поднимает руку в тот миг, когда услышит хлопок. Подойдите ближе, отойдите дальше. Теперь попробуйте вместо хлопка вспышку фонарика: никакой заметной задержки. В этом разница между звуком (медленным, 340 м каждую секунду) и светом или радио (настолько быстрыми, что дома задержку не заметить, но спутники так далеко, что даже свету нужен измеримый миг). Ребёнку постарше добавьте число: свет проходит 300 000 км за секунду, а спутник в 20 000 км над нами, так что задержка - примерно одна пятнадцатая секунды.

ГЛАВА 3

Сообщение: что говорит самолёт и как часто

Идея. Примерно дважды в секунду маленькая рация на самолёте, транспондер, посылает короткое сообщение, хотя никто её об этом не просит. В сообщении четыре части: имя (постоянный код, который каждому самолёту дают при регистрации, что-то вроде номерного знака, плюс позывной рейса, например «Brussels Airlines 1234»), положение (спутниковое положение из главы 2), высота (измеренная по давлению воздуха снаружи, которое падает по мере подъёма), а также скорость и направление. Сообщение крошечное, длиной в 112 ответов «да» или «нет», и длится около одной десяти тысячной секунды. В конце его - 24 дополнительных ответа «да/нет», которые работают как контрольная цифра на штрихкоде: слушатель производит над сообщением вычисление, и если результат не совпадает с проверкой, что-то по дороге исказилось, и сообщение выбрасывается.

Картинка для ребёнка. Самолёт - это ребёнок, который ходит по комнате и каждые полсекунды говорит: «Я Зум, я у дивана, я высоко, я лечу быстро». Он не ждёт, пока его спросят, ему всё равно, кто слушает, и он никогда не замолкает. Это единственная картинка в курсе, которую ребёнок может разыграть всем телом, и это стоит сделать: после этого «самолёт посылает сообщение» - не абстракция, а то, чем он сам побывал.

Где держится и где ломается. Держится для «автоматически, повторяется, для всех», а это ровно те три свойства, которые важны инженерам. Ломается на слове «говорит»: сообщение - это не слова и не звук, а узор радиоимпульсов, о чём глава 4. Ребёнку постарше объясните 112 ответов «да/нет»: «самолёт не может посылать буквы, он может посылать только да или нет, поэтому он посылает 112 ответов подряд, и все договорились, что значит каждый. Первые двадцать четыре вместе составляют его имя». Десятилетнему можно показать, что 24 ответа «да/нет» дают почти 17 миллионов разных имён - хватит на все самолёты, когда-либо построенные.

Путаница, которую стоит предупредить. Многие дети (и взрослые) думают, что самолёт «видит радар» или «за ним следят спутники». Спутник не следит за самолётом; самолёт слушает спутник, вычисляет, где он, и сам сообщает об этом земле. Радар существует и по-прежнему используется, но работает наоборот - отражая сигнал от самолёта. Разницу стоит проговорить ясно, потому что в ней весь смысл ADS-B: никто не ищет самолёт, самолёт объявляет о себе сам.

Дома: побудь самолётом, потом вышкой

Ребёнок - самолёт: руки в стороны, ходит по комнате и через каждые несколько шагов произносит сообщение из четырёх частей. Вы - диспетчерская вышка с листом бумаги, и каждый раз, когда он говорит, вы рисуете, где он. Потом поменяйтесь. Потом пусть ребёнок произносит сообщение только раз в минуту: заметьте, как далеко он уходит между сообщениями и как сильно отстаёт ваш рисунок. Вот почему важно «дважды в секунду».

ГЛАВА 4

Невидимый свет: что такое радиоволна на самом деле

Идея. Сообщение покидает самолёт в виде радиоволны, а радиоволна - это свет. Не «как» свет: то же самое. Свет - это рябь из электричества и магнетизма, несущаяся сквозь пространство со скоростью 300 000 км каждую секунду, и то, что делает одну рябь красной, другую синей, третью радиоволной или рентгеновским лучом, - только то, как быстро она колеблется. Наши глаза просто устроены так, что замечают узкую полосу скоростей колебаний - цвета радуги. Радио колеблется гораздо медленнее всего, что могут уловить наши глаза: волна самолёта колеблется 1 090 миллионов раз в секунду, что звучит быстро, пока не узнаешь, что зелёный свет колеблется ещё в полмиллиона раз быстрее. Медленное колебание означает ещё и то, что волна «длинная»: расстояние от одного гребня до следующего - 27,5 см, примерно школьная линейка, тогда как у зелёного света оно меньше тысячной доли миллиметра.

Картинка для ребёнка. Цвет, которого твои глаза не видят. Дети сразу принимают, что собаки слышат свистки, которых мы не слышим, а пчёлы видят на цветах узоры, которых не видим мы; «радио - это цвет, который мы не видим, а антенна видит» ложится ровно туда же. Потом верёвка:

тряси верёвку медленно - получишь длинные ленивые волны; тряси быстро - короткие и частые. Радио - длинный ленивый вид, свет - короткий частый, и оба бегут по верёвке с одной скоростью.

Где держится и где ломается. Верёвка держится для «волна», «длина волны» и «чем быстрее трясёшь, тем короче волны», и это настоящая физика (скорость по верёвке постоянна, поэтому частота, умноженная на длину волны, постоянна - в точности как у света). Ломается она в том, что верёвке нужна верёвка: свету и радио не нужно ничего, они пересекают пустое пространство, и именно так сигнал спутника доходит до самолёта. Путаница, которой нужно избегать прежде всего, - радио и звук. Звук - это молекулы воздуха, толкающие друг друга, медленный (340 м в секунду), ему нужен воздух. Радио - это свет, почти в миллион раз быстрее, и ему не нужно ничего. Коробка на кухне, которую называют «радио», на самом деле ловушка для радиосвета, которая превращает пойманное в звук, и об этом стоит сказать.

Дома: верёвка и фонарик

Привяжите скакалку к дверной ручке. Медленные встряхивания, быстрые; измерьте линейкой одну волну каждого вида. Потом фонарик: включите его и спросите, где свет. Везде в комнате, мгновенно. Спросите: «если бы фонарик был радио, могла бы антенна самолёта его увидеть?» Да, потому что это одно и то же. Наконец поднимите линейку: «волна самолёта вот такой длины, от одного гребня до следующего, и она проходит через эту комнату прямо сейчас, тысячи гребней в секунду, и мы не видим ни одного».

ГЛАВА 5

Металлические уши: антенны, и почему важно, что Земля круглая

Идея. Радиоволна, проходя мимо куска металла, заставляет электричество внутри металла качаться туда-сюда в такт с ней. Это крошечное качание и есть «слышание». Металл слышит лучше всего, когда у него правильный размер для волны - четверть расстояния от гребня до гребня, что для волны самолёта составляет около 7 см. Вот почему антенна для этого - маленький штырёк, и вот почему провод неправильной длины слышит плохо: антенна - настроенное ухо, как качели, которые взлетают высоко, только если толкать их в их собственном ритме. Поскольку радио - это свет, оно движется по прямой, а поскольку Земля круглая, прямая от низкой антенны скоро упирается в землю. Чем выше антенна, тем дальше дотягивается прямая, прежде чем Земля встанет на пути: с крыши самолёт в десяти километрах над землёй слышно с расстояния больше 400 км - дальше, чем от Брюсселя до Парижа и обратно. Дальше он за горизонтом и молчит, каким бы сильным ни был сигнал.

Картинка для ребёнка. Две картинки. Антенна - металлическое ухо, и, как настоящее ухо, оно имеет размер под определённые звуки (ребёнок знает, что большие уши собаки и маленькие уши мыши слышат разное). А горизонт - это встать на стул, чтобы увидеть поверх толпы: Земля - очень большой шар, и чем выше ты, тем дальше видишь за его изгиб. Корабельная мачта, маяк, дозорный на дереве - всё та же идея, и дети обычно встречали что-то из этого в сказках.

Где держится и где ломается. Картинка с ухом держится для «ловит волну, настроено на размер». Ломается она в том, что ухо - ещё и место, где происходит слышание, тогда как антенна только ловит: собственно расшифровка происходит в приёмнике и компьютере, а это дело главы

6. Картинка со стулом почти точна; единственное уточнение для ребёнка постарше - воздух чуть-чуть отклоняет радиоволны вниз, поэтому радиогоризонт немного дальше того, который ты видишь.

Дома: охота за антеннами и прогулка к горизонту

Найдите антенны: Wi-Fi-роутер (его штырьки, или спрятанные внутри), плавник на машине, телефон (спрятан внутри корпуса у края), радиоприёмник, крыша. Заметьте, сколько из них высоко, и спросите почему. Потом пойдите туда, где есть вид вдаль: ребёнок сидя на корточках, потом стоя, потом у вас на плечах каждый раз видит чуть дальше. Объясните, что антенна на крыше дома делает то же самое и что далёкий самолёт «прячется за круглой Землёй», пока не поднимется достаточно высоко, чтобы выглянуть из-за неё.

ГЛАВА 6**Карта: много ушей складывают одну картину**

Идея. Одна антенна слышит круг неба диаметром в несколько сотен километров. Никто не может слышать всю Европу с одной крыши, поэтому карта строится из сотен антенн, на домах, аэропортах и школах, каждая из которых отправляет то, что слышит, через интернет в одно место, где компьютер соединяет кусочки: один и тот же самолёт обычно слышат десять-двадцать антенн сразу, и компьютер замечает, что это один и тот же. Результат - карта в реальном времени: каждый самолёт, который говорит, где он, как высоко, как быстро, с обновлением каждую секунду. Земля ничего из этого не измеряла; самолёт сказал, антенны услышали, а компьютер сложил кусочки. Диспетчеры видят почти ту же картину, с радаром сверху как вторым мнением.

Картинка для ребёнка. Пазл. У каждой антенны один кусочек, круг неба; сложи все круги вместе - и получишь целую картину, с кусочками, перекрывающимися по краям. Или «испорченный телефон» наоборот: вместо того чтобы одно сообщение передавалось по цепочке и искажалось, сотни слушателей каждый докладывают, что услышали, и те, кто услышал одно и то же, подтверждают друг друга.

Где держится и где ломается. Пазл почти точен для покрытия. Где картинка требует осторожности, так это «каждый самолёт»: появляются только те самолёты, которые говорят. Авиалайнеры говорят почти все; маленькие частные самолёты, планеры и многие военные самолёты могут не говорить, а самолёт, у которого заглушён спутниковый приёмник, несёт чепуху. Так что карта честная, но не полная, и ребёнку полезно знать это о любой карте.

Дома: найди свой самолёт

Откройте карту в реальном времени, приблизьте свой дом и подождите, пока над головой пройдёт самолёт. Найдите его на карте и нажмите: имя, высота, скорость, откуда летит и куда. Потом посмотрите вверх на блик и скажите: «вот этот прямо сейчас говорит своё сообщение, дважды в секунду, и чья-то антенна его поймала, и поэтому мы видим его на карте». Сравните с подсчётом из главы 1. Закончите вопросом, который проверяет всю цепочку: «что случится, если этот самолёт перестанет говорить?» (Он исчезнет с карты, хотя у диспетчеров останется радар.)

Вопросы, которые задают дети, и честные ответы

Вот вопросы, которые возникают чаще всего, и каждый заслуживает настоящего ответа, а не успокаивающего, потому что каждый - знак того, что ребёнок проверяет модель, которую вы ему дали.

«А самолёт меня услышит, если я закричу?» Нет, и причина - вся глава 4: крик - это звук, рябь в воздухе, которая затухает за несколько сотен метров, а рация самолёта слушает только невидимый свет спутников и других самолётов. Стоит добавить, что и в вашем доме ничто не разговаривает с самолётом. Карта работает исключительно за счёт слушания.

«Пилот нажимает кнопку, чтобы послать сообщение?» Нет. Транспондер посылает его сам, дважды в секунду, с момента, когда самолёт начинает двигаться, и до тех пор, пока он не припаркован, и пилот не смог бы его остановить, не выключив транспондер, что в полёте запрещено. Это «автоматическое» в названии системы и причина, по которой на карте нет пробелов, пока самолёт в зоне приёма.

«А самолёт нас на карте тоже видит?» Дома и людей он видеть не может. Но он слышит сообщения других самолётов вокруг, и в современном авиалайнере они появляются на экране в кабине, так что пилоты видят ту же картину, что и диспетчеры, и могут держаться подальше друг от друга, даже если бы земля молчала. Иными словами, самолёты не только говорят, но и слушают друг друга.

«Почему я не вижу волну?» Потому что глаза устроены только для света, который колеблется чрезвычайно быстро, - цветов радуги, а радио колеблется для них слишком медленно, хотя всё же больше тысячи миллионов раз в секунду. Антенна - глаз другого рода, построенный ровно для этого медленного колебания. Хорошее продолжение - заметить, что ребёнок не видит и Wi-Fi в доме, и что ответ тот же самый.

«А если два самолёта заговорят одновременно?» Их сообщения могут наложиться друг на друга у антенны и исказиться, и над оживлённым аэропортом это происходит постоянно. Именно поэтому каждое сообщение заканчивается проверкой из 24 ответов, о которой шла речь в главе 3: искажённое сообщение не проходит проверку и выбрасывается, а поскольку каждый самолёт повторяет его через полсекунды, надолго ничего не теряется. Для ребёнка постарше это хороший пример того, почему сообщение устроено именно так.

«А слушать можно?» Да. Самолёт нарочно объявляет о себе всем, чтобы его слышали другие самолёты и люди на земле, и слушать то, что передаётся для всех, никому не вредит. Передавать что-либо на частоте самолётов - совсем другое дело, и это строго запрещено, поэтому ничто в этом курсе не передаёт.

ДАЛЬШЕ

Последняя глава - настоящий приёмник

Лучше всего история заканчивается настоящей вещью на подоконнике. Практикум точно перечисляет, что купить (около 100-150 евро), показывает, как собрать это вместе с ребёнком, как подготовить маленький компьютер и установить фидер Dataero и как через час самолёты,

которые слышит ваша собственная антенна, появляются на живой карте со станцией вашей семьи, названной источником. Ребёнок, который видел, как на карте появляется точка «наш самолёт», не забудет, откуда она взялась.

Открыть практикум <https://radar.dataero.eu/ru/learning/workshop>