

СІМЕЙНИЙ НАБІР - ДЛЯ ДИТИНИ

Літаки, що розмовляють

Історія в шести розділах про таємницю, яка відбувається просто над твоїм домом просто зараз. Читай її разом із дорослим і по ходу пробуй те, що написано в рамках.

Навчання - <https://radar.dataero.eu/uk/learning/family/child> 2026-10-22

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 Небо повне, але ніхто цього не бачить

РОЗДІЛ 2 Грім, блискавка і як літак знає, де він

РОЗДІЛ 3 Повідомлення: що каже літак двічі щосекунди

РОЗДІЛ 4 Колір, якого не бачать твої очі

РОЗДІЛ 5 Металеві вуха, і чому важливо, що Земля кругла

РОЗДІЛ 6 Багато вух складають одну карту
Чи все зрозуміло? Три питання

КІНЕЦЬ ІСТОРІЇ А чи можуть у тебе бути власні металеві вуха?

РОЗДІЛ 1

Небо повне, але ніхто цього не бачить

Підійди до вікна й подивися вгору. Можливо, ти побачиш літак - крихітний відблиск із білою смугою позаду. А можливо, не побачиш жодного. Але ось таємниця: над твоїм містом майже завжди є літак. Зазвичай навіть кілька. Вони так високо - десять кілометрів, тобто десять тисяч метрів, вище за будь-яку гору в Європі, - що їх ледве видно, і люди в літаках теж ледве бачать одне одного.

А ще вони швидкі. Великий літак там, угорі, пролітає близько 900 кілометрів за годину. Це 250 метрів кожнісінької секунди. Поки ти кліпнеш, він пролетить відстань у два футбольні поля. А тепер уяви тисячі таких літаків по всій Європі, які летять у різні боки, всі одночасно, і жоден не може як слід бачити інших. Хтось мусить стежити, щоб вони ніколи не опинилися надто близько. Цю людину називають диспетчером управління повітряним рухом, а правило таке: літаки завжди мають бути щонайменше за триста метрів один від одного вгору чи вниз - це три футбольні поля, поставлені сторч, - або за кілька кілометрів один від одного вбік.

Але як диспетчер, що сидить у кімнаті на землі, може щосекунди знати, де кожен літак, коли літаки на висоті десяти кілометрів і сховані за хмарами? Про це питання й уся ця історія. Відповідь дотепна і трохи схожа на чари, тільки це зовсім не чари. Це наука, і до кінця історії ти розумітимеш у ній кожную дрібницю.

Спробуй: п'ятихвилинний підрахунок

Подивися у вікно п'ять хвилин і порахуй кожен літак, який побачиш або почуєш. Запиши число. Потім попроси дорослого відкрити на телефоні карту літаків і наблизити твоє місто. Порахуй літаки на карті. Їх більше, ніж вийшло в тебе? Майже завжди так і є. Кожен із цих літаків на карті робить те, про що йдеться в розділі 2.

РОЗДІЛ 2

Грім, блискавка і як літак знає, де він

Чи доводилося тобі рахувати секунди між спалахом блискавки і гуркотом грому? Якщо налічиш три, гроза приблизно за кілометр від тебе. Якщо дев'ять - за три кілометри. Це працює, бо спалах світла доходить до тебе одразу, а звук грому повільний, і що далі гроза, то довше звук до тебе йде. Отже, **запізнення показує відстань**. Запам'ятай це, бо саме цим трюком користуються літаки.

Високо над літаками, набагато вище, на висоті двадцяти тисяч кілометрів у космосі, навколо Землі літає близько тридцяти особливих супутників. У кожному з них є годинник, такий точний, що не відстав би й на секунду за мільйон років. І кожен супутник весь час вигукує по радіо: «Я супутник номер дванадцять, я рівно ось тут, і зараз рівно ось стільки часу». Йому байдуже, хто слухає. Він просто повторює це знову й знову.

Літак слухає. Радіо дуже-дуже швидке, але двадцять тисяч кілометрів - далека дорога навіть для радіо, тож поклик супутника доходить до літака з крихітним запізненням, приблизно на одну п'ятнадцяту секунди. Комп'ютер літака порівнює час, який назвав супутник, із часом, коли поклик прийшов. Запізнення показує відстань, точно як із громом! Тепер літак знає, як далеко він від супутника дванадцять. Те саме він робить ще з трьома супутниками. І в усьому світі є лише одне місце, яке розташоване на точно потрібній відстані від усіх чотирьох супутників одночасно. У цьому місці й перебуває літак. Тепер літак знає, де він, з точністю до кількох метрів, і з'ясував це зовсім сам.

Зверни увагу: супутники не бачили літака. Вони навіть не здогадуються, що він там. Вони лише вигукують час, як церковний дзвін, що б'є години, а всі обчислення робить літак. Багато людей думають, що супутники стежать за літаками. Ні. Це літак слухає супутники.

Спробуй: оплеск і ліхтарик

Стань в одному кінці саду або довгої кімнати. Дорослий стає в іншому кінці й плескає в долоні. Підними руку тієї ж миті, коли почуєш. Тепер зроби те саме зі спалахом ліхтарика замість оплеску. Коли ви далеко одне від одного, оплеск приходить із крихітним запізненням, а спалах - одразу. Світло й радіо такі швидкі, що вдома запізнення не помітиш. Але супутники так далеко, що навіть світлу потрібна вимірنا мить, щоб долетіти вниз.

РОЗДІЛ 3

Повідомлення: що каже літак двічі щосекунди

Отже, літак знає, де він. А тепер найдотепніше. Замість того щоб люди на землі намагалися знайти літак, літак просто **розповідає** їм. У кожному великому літаку є маленький радіопередавач, і приблизно двічі щосекунди, без жодного натискання кнопки, він надсилає повідомлення. Повідомлення має чотири частини: **хто я** (кожен літак має власний код, трохи схожий на номерний знак, і зберігає його все життя), **де я** (місцезнаходження від супутників), **на якій я висоті** і **як швидко я лечу і куди**.

Літак не чекає, поки його спитають. Він не надсилає повідомлення комусь окремо. Він просто вигукує його на весь світ двічі на секунду - від моменту, коли починає рух, і доки знову не стане на стоянку. Інші літаки чують його й завдяки цьому тримаються подалі одне від одного. Диспетчери чують його. І, як ти дізнаєшся в розділі 5, будь-хто з відповідним вухом теж може його почути.

Як радіо може «сказати», де воно? Воно не вміє надсилати слова. Воно вміє лише одне: надіслати крихітний імпульс або не надіслати. Тож повідомлення складається з відповідей «так» чи «ні», ста дванадцяти поспіль, і всі заздалегідь домовилися, що означає кожна. Перші двадцять чотири відповіді «так» чи «ні» утворюють ім'я літака. Двадцять чотири відповіді «так» чи «ні» - начебто небагато, але відповісти на них можна майже сімнадцятьма мільйонами різних способів, і цього досить, щоб кожен будь-коли збудований літак мав власне ім'я. Усе повідомлення зі 112 відповідей надсилається приблизно за одну десятитисячну секунди. У кінці є ще двадцять чотири додаткові відповіді, які працюють як перевірка: якщо повідомлення дорогою переплуталося, наприклад, бо два літаки крикнули одночасно, слухач це помітить і викине його. Нічого страшного: через пів секунди літак скаже все знову.

Спробуй: стань літаком

Розстав руки й політай кімнатою. Через кожні кілька кроків вимовляй уголос своє повідомлення: «Я літак Зум! Я біля дивана! Я високо! Я лечу швидко!» Дорослий - це диспетчерська вежа з аркушем паперу, і щоразу, коли ти говориш, він позначає, де ти. Потім поміняйтеся. А тоді спробуй казати повідомлення лише раз на хвилину й подивися, яким марним стане малюнок вежі. Тепер ти знаєш, чому справжні літаки кажуть його двічі на секунду.

РОЗДІЛ 4

Колір, якого не бачать твої очі

Повідомлення залишає літак у вигляді **радіохвилі**. І ось що дивує більшість дорослих: радіохвиля - це світло. Не схожа на світло. Вона *і* є світло. Це те саме, що виходить із ліхтарика чи від сонця, і воно мчить так само швидко: триста тисяч кілометрів за одну секунду, тобто сім разів навколо всієї Землі. Щосекунди.

То чому ж ти його не бачиш? Уяви мотузку. Якщо повільно трусити один її кінець, вийдуть великі лінійні хвилі. Якщо трусити швидко - багато маленьких метушливих хвиль. Зі світлом так само. Червоне світло коливається дуже швидко; синє - ще швидше. Наші очі влаштовані так, що помічають лише невелику смугу швидкостей коливання - кольори веселки. Радіо коливається занадто повільно, щоб наші очі це помітили, хоча все одно коливається понад тисячу мільйонів разів на секунду. Тож радіо - це колір, дуже повільний колір, якого наші очі просто не бачать. Собаки чують свистки, яких не чуєш ти. Бджоли бачать на квітах візерунки, яких не бачиш ти. А антени бачать колір світла, якого не бачиш ти.

Оскільки хвиля літака коливається повільно, вона досить довга: від одного гребеня до наступного - 27 сантиметрів, приблизно як шкільна лінійка. Тисячі таких гребенів просто зараз проходять крізь твою кімнату від кожного літака в межах чотирьохсот кілометрів, а ти не відчуваєш жодного.

І ще одна дуже важлива річ. Радіо - **не звук**. Скринька, яку називають «радіо», видає звук, і це заплутує, але самі радіохвилі - це беззвучне світло. Звук - це повітря, що штовхає повітря; він повільний (приблизно 340 метрів на секунду, тому грім і гримить після блискавки), і йому потрібне повітря, щоб рухатися. Радіо не потрібно нічого: воно перетинає порожній космос від супутників до літака, де немає повітря, яке могло б нести звук. Гул двигунів літака - це звук, і він доходить до тебе вже тоді, коли літак давно пролетів. А повідомлення літака - це світло, і воно досягає антени майже раніше, ніж літак встигне його договорити.

Спробуй: мотузка і лінійка

Прив'яжи скакалку до дверної ручки й потруси інший кінець. Повільно - великі хвилі. Швидко - маленькі хвилі. Щоразу виміряй одну хвилю лінійкою. Потім поклади лінійку на підлогу: хвиля літака приблизно такої довжини, від одного гребеня до наступного. Тепер увімкни ліхтарик і спитай, де світло. Скрізь, одразу. Повідомлення літака мчить точнісінько так само.

РОЗДІЛ 5**Металеві вуха, і чому важливо, що Земля кругла**

Якщо радіо - це колір, якого ми не бачимо, то хто ж його бачить? Відповідь - шматок металу, який називають **антенною**. Коли радіохвиля проходить повз шматок металу, вона змушує електрику всередині нього гойдатися туди-сюди в такт із хвилею. Це крихітне гойдання і є «слухом», а маленька машинка, яку називають приймачем, може прочитати з нього імпульси літака. Тож антена - це металеве вухо. І, як справжнє вухо, вона має свій розмір: найкраще вона чує хвилю літака, коли її довжина становить чверть довжини хвилі, тобто близько 7 сантиметрів. Ось чому антена для цього - невеликий штирок, а не велика тарілка.

А як далеко металеве вухо може почути літак? Здавалося б, усе залежить від того, наскільки гучний літак. Трохи залежить. Але важливіше інше, а саме: **Земля кругла**. Радіо - це світло, а світло поширюється прямими лініями і не може пройти крізь землю. Тож пряма лінія від антени на даху швидко впирається у вигин Землі, і будь-який літак за цим вигином схований, хоч яким гучним він був би. Це точнісінько як із кораблем, що відпливає: спершу за горизонтом зникає корпус, а потім щогла.

Що вище ти, то далі за вигин бачиш. Ти вже це знаєш: ставши на стілець, можна побачити щось поверх натовпу. Ось чому антени ставлять на дахах, щоглах і пагорбах. З даху антена може почути літак на висоті десяти кілометрів з відстані понад чотириста кілометрів - це далі, ніж від Брюсселя до Парижа й назад. А от літак, який щойно злетів з аеропорту за п'ятдесят кілометрів, може бути повністю схований за Землею, і антена не почує його, доки він не підніметься досить високо, щоб визирнути з-за вигину.

Спробуй: полювання на антени і прогулянка до горизонту

Знайди п'ять антен удома й поруч. Підказки: Wi-Fi-роутер, дах автомобіля, дах будинку, радіоприймач і одна схована всередині телефона. Зверни увагу, скільки з них розташовано високо. Потім вирушай туди, звідки гарний краєвид. Присядь, потім стань, потім сядь дорослому на плечі. Що з'являється щоразу, коли ти піднімаєшся вище? Саме це дах і робить для антени.

РОЗДІЛ 6**Багато вух складають одну карту**

Одна антена на одному даху чує літаки в колі неба діаметром кілька сотень кілометрів. Це чимало, але це не вся Європа. Тому є сотні антен - на будинках, в аеропортах і школах, - і кожна надсилає те, що чує, через інтернет на комп'ютер. Комп'ютер складає всі шматочки разом, як пазл, де кожен шматочок - це коло неба однієї антени. Той самий літак зазвичай чують одночасно десять чи двадцять антен, і комп'ютер помічає, що це той самий літак, і не малює його двадцять разів.

У результаті виходить карта наживо. Кожен літак, що говорить, де він, на якій висоті, як швидко, куди, з оновленням щосекунди. І тепер ти знаєш усю таємницю того, як це працює, від початку до кінця: літак слухає супутники й з'ясовує, де він; двічі на секунду він повідомляє про це в повідомленні зі 112 відповідей «так» чи «ні»; повідомлення мчить на хвилі невидимого світла; металеве вухо на даху ловить його, якщо літак над вигином Землі; а сотні вух разом складають карту. Ніхто на землі нічого не вимірював. Літаки розповіли нам, а ми послухали.

І останнє, бо добрий детектив завжди про це питає. Чи показує карта *кожен* літак? Ні. Вона показує літаки, які говорять. Майже всі великі пасажирські літаки говорять. Деякі маленькі літаки, планери й повітряні кулі не мають такого радіо, а деякі військові літаки вирішують мовчати. Тож карта чесна, але не повна. Жодна карта ніколи не буває повною.

Спробуй: знайди свій літак

Відкрий разом із дорослим карту літаків і наблизь свій будинок. Зачекай, доки над головою пролетить літак, знайди його на карті й торкнися його. Прочитай його ім'я, висоту і куди він летить. Потім подивися вгору на справжній літак і подумай: ось цей просто зараз вимовляє своє повідомлення, двічі на секунду, і чиєсь металеве вухо його вловило, тому я й бачу його на карті. А тоді спитай себе: що станеться, якщо він перестане говорити?

Чи все зрозуміло? Три питання

Спершу подумай над відповіддю, а тоді натисни кнопку, щоб перевірити.

1. Супутники стежать за літаками?

2. Радіохвиля - це різновид звуку?

3. Чому антена на даху?

КІНЕЦЬ ІСТОРІЇ

А чи можуть у тебе бути власні металеві вуха?

Так. Справжній слухач літаків поміщається в коробку з-під взуття: маленька антена, флешка, яку вставляють у крихітний комп'ютер, та інтернет. Дорослий може зібрати його разом із тобою за один день після обіду, і коли він запрацює, літаки, що пролітають над твоїм будинком, з'являться на великій карті, бо їх почули твої вуха. Попроси дорослого відкрити сторінку практикуму разом із тобою.

Покажи практикум дорослому <https://radar.dataero.eu/uk/learning/workshop>

Відповіді

1. Супутники стежать за літаками?

Ні. Супутники лише вигукують час, як церковний дзвін. Літак слухає, за запізненням з'ясовує, як далеко кожен супутник, і визначає власне місцезнаходження. А тоді розповідає про нього всім.

2. Радіохвиля - це різновид звуку?

Ні. Це різновид світла, колір, якого не бачать наші очі. Їй не потрібне повітря, вона перетинає порожній космос і мчить майже в мільйон разів швидше за звук.

3. Чому антена на даху?

Бо Земля кругла, а радіо поширюється прямими лініями. Що вище антена, то далі її пряма лінія сягає за вигин, перш ніж упертися в землю, і то з більшої відстані вона чує літаки.