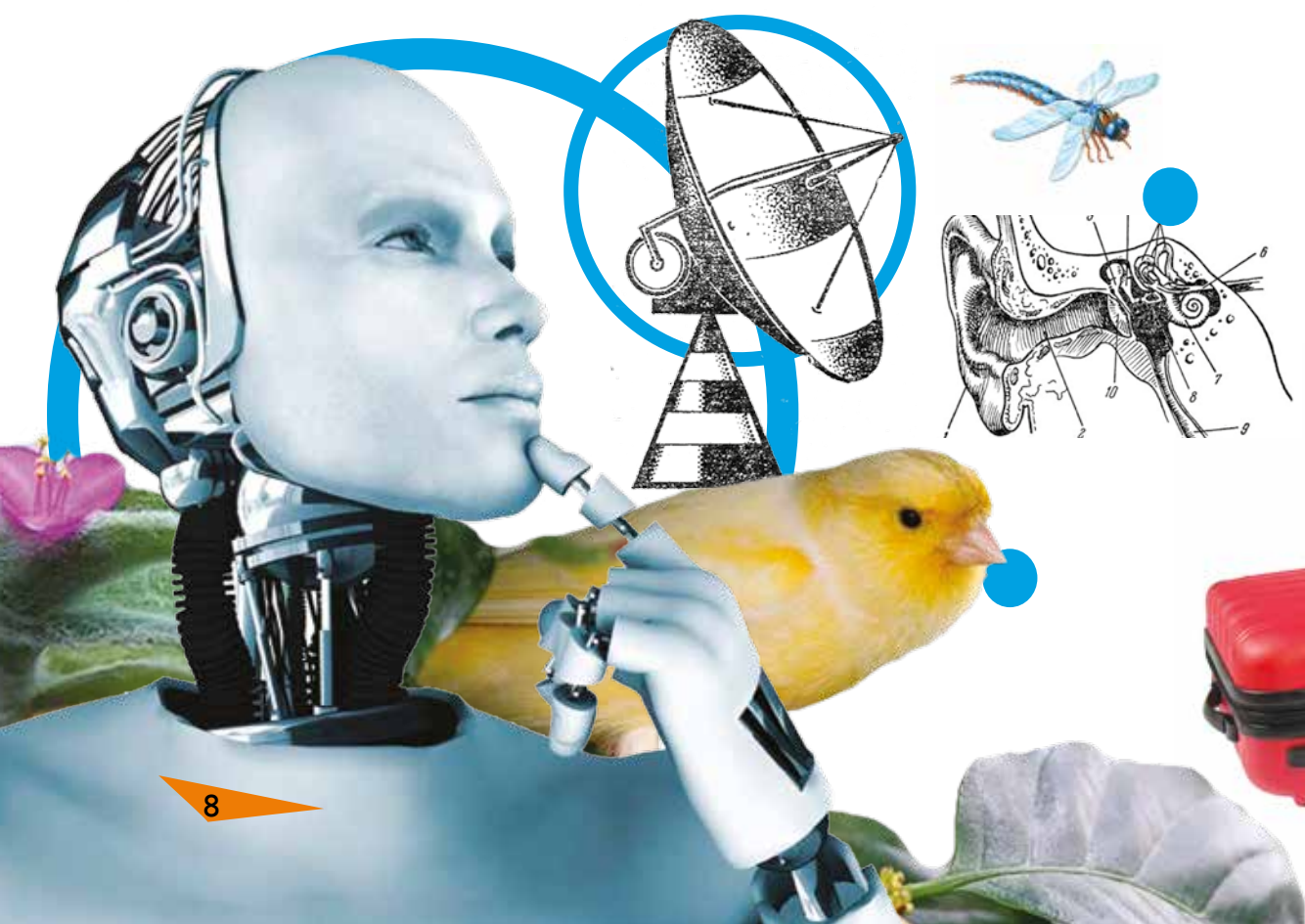
ІРИНА ФЕДОР
ОКСАНА ЧАЙКА

БІОНІКА: СЕНСОРНІ СИСТЕМИ ТВАРИН

Вивчення принципів роботи сенсорних систем та мозку тварин відкриває небачені перспективи їх використання у розробках нових комп'ютерів, створенні штучних аналогів ока, носа, шкіри та штучного інтелекту.



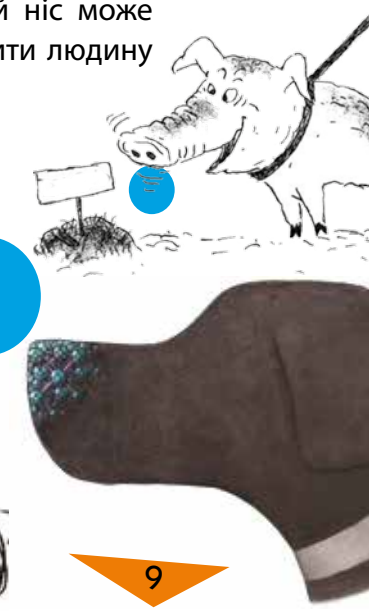
Штучні органи чуття

Для ефективного виконання завдань роботам потрібна вичерпна інформація про навколишнє середовище. Їхні сенсорні системи базуються на функціях органів чуття людини.

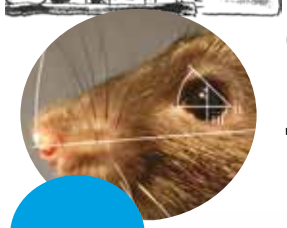
Дослідження будови вуха, механізму утворення спектрального складу звуків дало початок новій галузі знань – біоакустиці. Вивчення ролі звуку як засобу передачі інформації у світі живих істот допомагає керувати поведінкою братів наших менших: відлякувати комарів, сарану, птахів від аеродромів та полів, ведмедів від селищ; керувати життєвими циклами риб; створювати імітатори голосів людини та звуків домашніх тварин.

У багатьох тварин органи нюху досконаліші, ніж у людей. Чутливими до запахів є комахи, птахи, ссавці. Шахтарі колись брали з собою у забій канарок. Ці співочі птахи надзвичайно чутливі до токсичних газів і відразу реагували, якщо їхня концентрація у повітрі перевищувала допустиму норму. Болгарські вчені дослідили, що кімнатна рослина традесканція також може прислужитися шахтарям: в атмосфері, насиченій метаном, колір її тичинок змінюється із світло-синього на рожевий.

Чутливі до різноманітних запахів собаки та свині. Собаки працюють в аеропортах та вокзалах, відшукуючи наркотичні та вибухонебезпечні речовини, а свині добре знаються на відшукуванні грибів-трюфелів, які непомітні під лісовою підстилкою. Вчені працюють над створенням електронного носа для визначення якості продукції, встановлення діагнозів хвороб за специфічними запахами. На промислових підприємствах електронний ніс може контролювати хід технологічного процесу, щоб замінити людину на шкідливому виробництві.

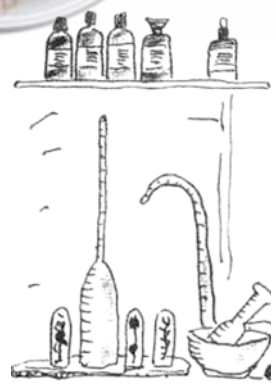


Внаслідок подразнення рецепторів шкіри та слизових оболонок ми сприймаємо на дотик фізичні властивості предметів: твердість, шорсткість, температуру. Принцип сприйняття таких фізичних характеристик використовують у вимірювальних приладах, зокрема, для контролю за якістю продукції. Сучасні біодатчики досить чутливі і можуть входити до складу гуморальних систем, створених людиною. Наприклад, існують такі біодатчики, які можуть визначити концентрацію 1 г цукру, розчиненого у 10 тисячах літрів води, вловити зміни температури на одну тисячну долю градуса. І механічні, і електронні роботи сприяють прогресу у багатьох галузях промисловості та у сфері охорони здоров'я.



Штучні очі

На основі вивчення будови очей котів учені створили „штучні" очі (катафоти) – оптичні прилади, що світяться у сутінках. Катафоти відбивають світло назад до джерела, незалежно від кута падіння променів на його поверхню. Найчастіше катофоти застосовують для позначення габаритів на автотранспорті та велосипедах. Ними оснащують небезпечні ділянки доріг. Катафоти виготовляють зі скла або пластмаси.



Запах – „мова" щура

Навколо нас багато запахів, і ми вловлюємо лише незначну їх частину. Серед тварин орган нюху чудово розвинений у щурів. Люди невпинно борються з цими гризунами, намагаючись їх винищити, але ці тварини виживають. Чому?

Вони за запахом знаходять їжу і визначають, їстівна вона чи ні; повертаються до свого житла; вирізняють своїх серед чужих. Запах – це їхня мова!

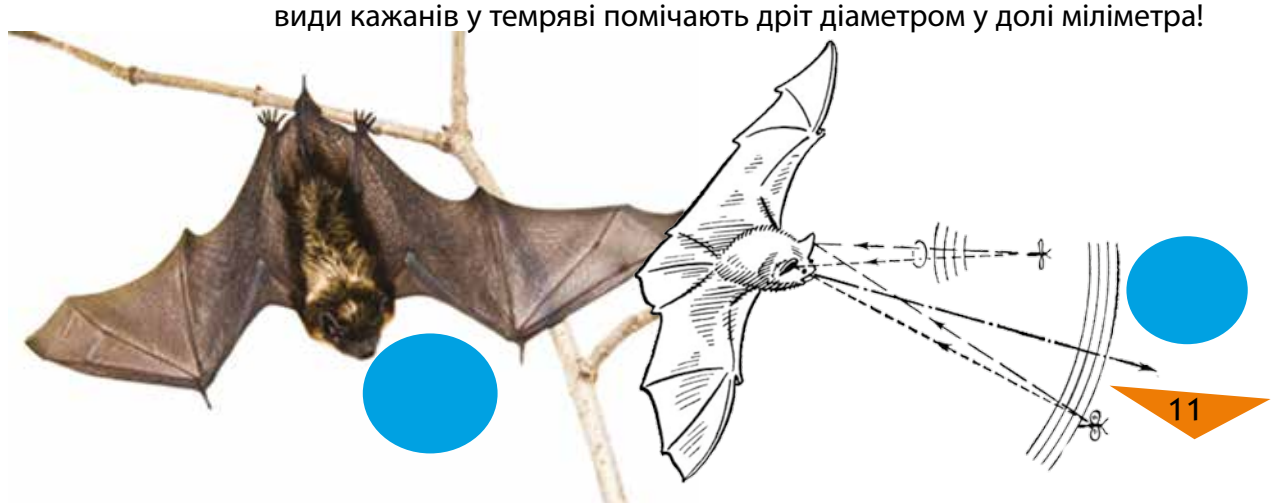
Якби вдалося розкрити таємницю чутливості органу нюху щурів, можна було б сконструювати індикатор запахів. Він допоміг би покращити контроль технологічного процесу приготування продуктів харчування, дегустацію і якість готової продукції, визначити вид тварини та місце її перебування єгерям. Цей індикатор можна було б застосовувати у криміналістиці та медицині.

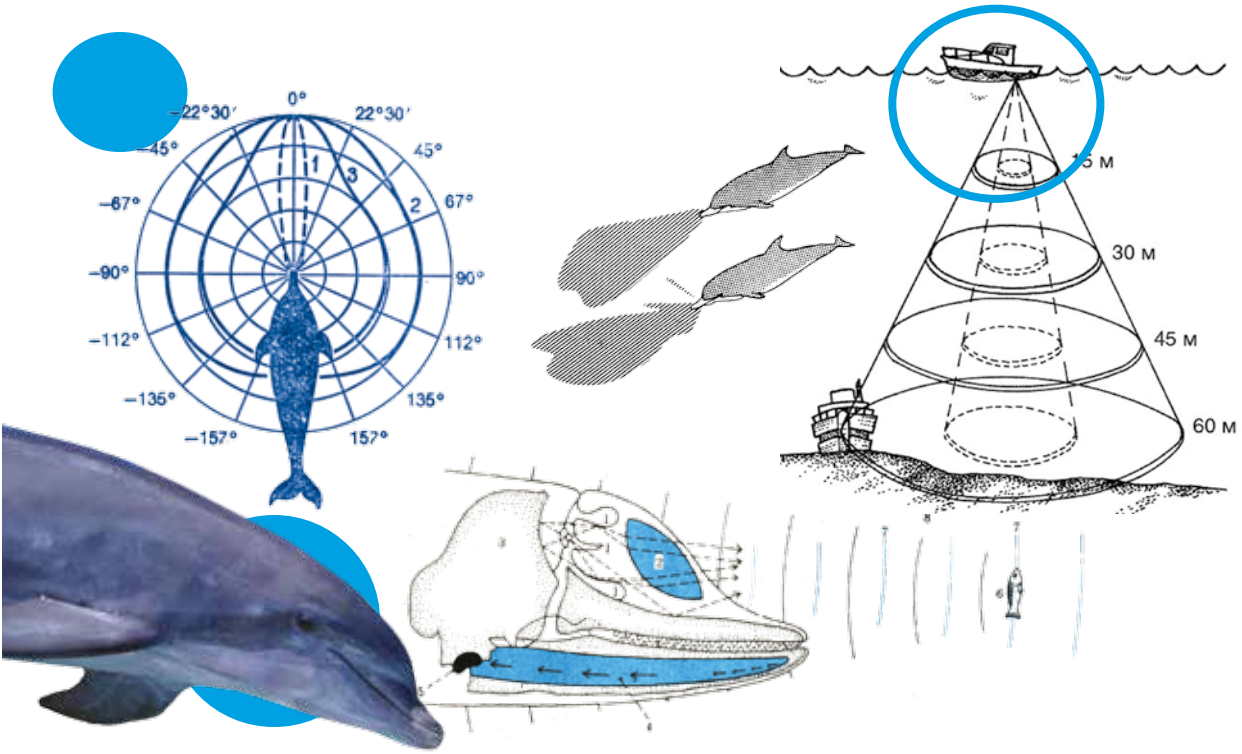
Учені-біоніки намагаються знайти аналоги органів тіла людини, щоб створити, наприклад, штучне вухо (уже надійшло у продаж у США) або штучне око (на стадії розробки). Носи-індикатори використовують у парфумерії, харчовій промисловості, а також для визначення стану сп'яніння водіїв, виду наркотиків, виявлення вибухових речовин.

Живі ехолокатори

Перед Другою світовою війною інженери розробили й реалізували принцип радіолокації. Творці радіолокатора не здогадувалися, що технічні задачі, з якими їм довелося зіткнутися, „розв'язані" природою мільйони років тому: між радіолокатором і крихітним літаючим звірятком є щось спільне. Що це за звірятка? І як вони орієнтуються у повній темряві?

Ну, звісно, кажани. Вони мають досконаліший апарат для ехолокації, ніж радіо- і гідролокатори. Нічне бачення кажана пов'язане з функцією органу слуху і ротової порожнини. Сильна мускулатура створює великий натяг тугих і тонких голосових зв'язок, і в гортані виникають ультразвуки частотою до 75 000 Гц. У польоті кажан випромінює направлені ультразвукові імпульси. Якщо немає перешкоди, ці імпульси нечасті, а режим роботи живого локаційного апарата – економний. Відчувши перешкоду, кажан змінює режим роботи: збільшує частоту сигналу і видає коротші пакети імпульсів. Деякі види кажанів у темряві помічають дріт діаметром у долі міліметра!





Орієнтуються за відбитим звуковим сигналом і китоподібні. Дельфіни точно локалізують джерело звуку, за допомогою високочастотних сигналів отримують інформацію про відстань до навколишніх предметів; відшукують корм у каламутному середовищі на значних глибинах навіть уночі; розрізняють види риб на відстані до 3 км.

Локаційний апарат кажанів не лише надточний і надійний. Він мініатюрний, надзвичайно легкий, енергоощадний, бо має різні режими роботи залежно від обставин.

Інженери створили акустичні окуляри для сліпих, у конструкції яких закладений той самий принцип орієнтації, який використовують дельфіни і кажани. Такі окуляри перетворюють відбитий ультразвуковий сигнал у чутні для людини звуки. Луна від різних перешкод має різний тембр, а різна висота звукового сигналу дає уявлення про відстань до перешкоди. Щоправда, ці окуляри досить громіздкі і потребують вдосконалення.

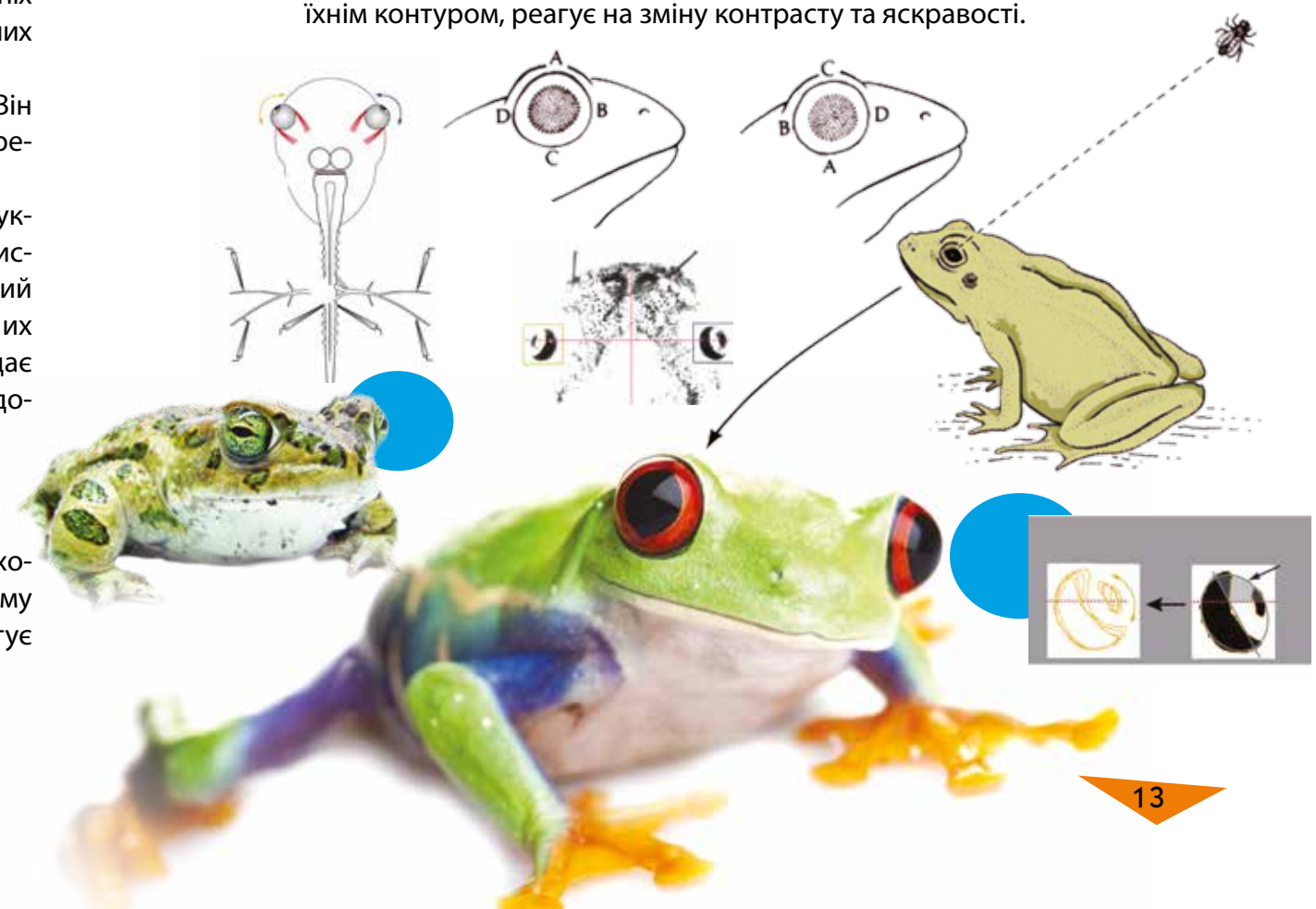
Що цікавого у жаби?

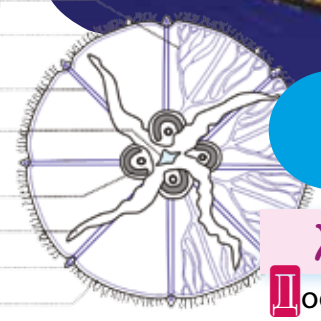
Очі жаби – цікаві і складні за структурою. Вони вкриті рухомими повіками, мають випуклу рогівку, а кришталик має форму двоопуклої лінзи. Якщо з'являється рухома здобич, то жаба реагує миттєво. Як це відбувається?

Інформація про рухомий об'єкт надсилається у мозок тварини за допомогою чотирьох шарів нервових клітин. Кожний шар містить спеціалізовані волокна, які створюють окреме зображення: один шар сприймає тіла, що рухаються; другий – їхні контури; третій реагує на переміщення; четвертий – на зміну освітлення. У мозку жаби виникає сумарне зображення, яке їй потрібно бачити (не все, що навколо, а те, що є для неї життєво необхідне).

У лабораторіях багатьох країн створені електронні аналоги очей жаби – прилади з вибірковою здатністю. Електронне око складається із тисячі світлочутливих елементів. Поза ними розміщені розшаровані схеми, кожен шар яких виконує певну функцію (аналог нервових клітин ока жаби). Функцію мозку в апараті виконує панель із лампочками. Такі апарати застосовують для сортування листів за індексами, зазначеними на конверті. У пам'яті приладу закладено набір еталонів: автомат зчитує шестизначний номер кожного листа, порівнює з еталоном і направляє у відповідну лунку.

Дослідження зору жаби допомогло інженерам сконструювати прилад, який виконує функцію сітківки ока. Він сортує предмети за їхнім контуром, реагує на зміну контрасту та яскравості.

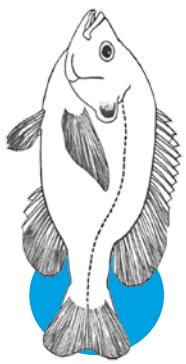




Живі „сейсмографи"

Досвідчені рибалки та мешканці морського узбережжя знають, що деякі морські птахи та інші тварини завчасно дізнаються про наближення шторму. Дельфіни запливають за скелі, кити відпливають у відкрите море, пінгвіни лягають на сніг і витягують дзьоби у напрямку, в якому пройде буря або заметіль.

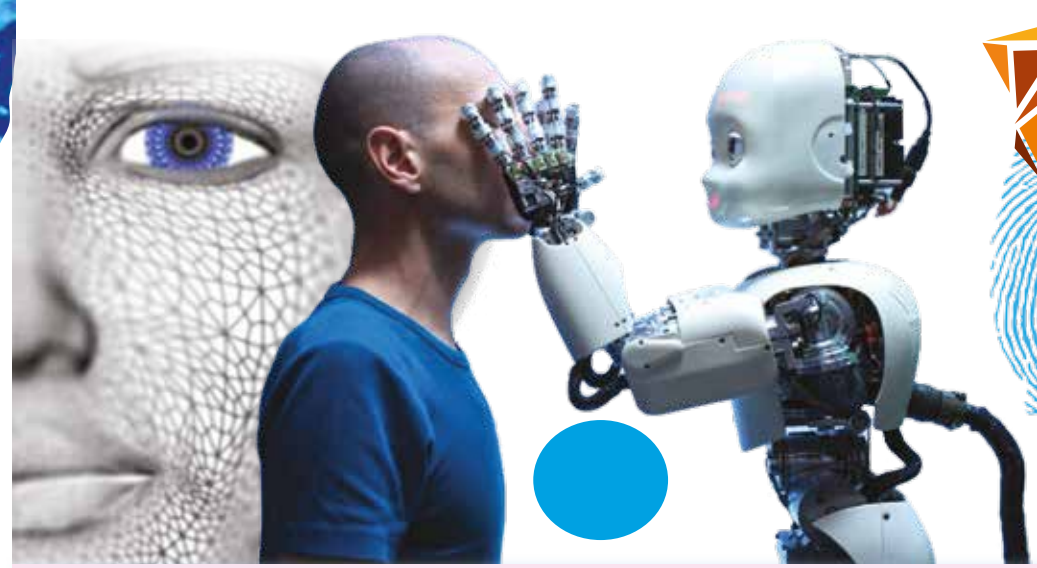
Механізм для прогнозування штормів мають медузи. Вони, за чисельними спостереженнями, задовго до настання шторму поспішають перейти у безпечне місце на велику глибину. Виявляється, у медузи є інфовухо! Вона вловлює нечутні для нас інфразвукові коливання частотою 8–13 Гц, які добре поширюються у воді за 10–15 годин до шторму.



Винахідники створили штучне „вухо медузи", яке фіксує наближення шторму. Прилад складається з рупора, який вловлює коливання повітря; резонатора, який пропускає коливання потрібних частот; п'єзодатчика, що перетворює ці коливання на електричні імпульси, та пристрою, який їх підсилює. Такий прилад передбачає шторм за 15 годин.

Бічна лінія риб[1] підказала вченим ідею цікавого приладу. Вздовж цієї лінії розташовані рецептори, завдяки яким вона сприймає напрямок течії, оцінює каламутність води та хвилі, відбиті від перешкоди. Ці рецептори сприймають зовнішнє електричне поле та низькочастотні коливання – провісники землетрусів. Мешканці узбережжя знають: якщо глибоководні риби плавають поблизу поверхні води, чекай землетрусу. Спостерігаючи за поведінкою риб, біоніки створили сейсмоприймач – прилад для прогнозування землетрусів.

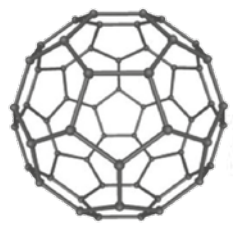
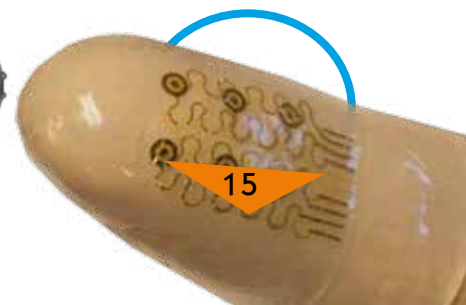
[1]Бічна лінія (*linea lateralis*) – тонка лінія з обох боків тіла від зябер до основи хвоста у круглоротих, риб, личинок і деяких земноводних. Орган, який сприймає рухи та вібрації середовища для орієнтації у воді.



Штучна шкіра

Шкіра людини – це покривний орган, який виконує в організмі декілька функцій:

- захищає організм від втрати води, проникнення сторонніх речовин, хворобливих мікробів, механічних пошкоджень;
- сприймає тепло, тиск, біль;
- виводить з організму продукти життєдіяльності;
- бере участь у підтриманні сталої температури тіла.

Учені створили штучну шкіру, яка виконує деякі функції шкіри людини. Етапи її виготовлення такі: розчин колагену бичачої шкіри та вуглеводний компонент із хрящів акул висушують у вакуумних установках і отримують легку пористу речовину. Її стерилізують, виготовляють з неї сітку і вкривають силіконом. Такий матеріал використовують у медицині при пересадці шкіри. Він захищає пошкоджене місце і перешкоджає проникненню в тканини організму патогенних мікробів.

Дослідники зі Стенфордського університету створили новий тип штучної шкіри на основі вуглецевих нанотрубок. Вона дуже тонка, розтягується, не втрачаючи функціональності, і не лише „відчуває" найслабший дотик, але й фіксує його силу. У недалекому майбутньому штучна шкіра знадобиться для роботів, які реагуватимуть на дотик, і у медицині для заміни справжньої людської шкіри.