



Сумський державний університет
Кафедра електроніки, загальної та
прикладної фізики



ІННОВАЦІЙНІ НАНОМАТЕРІАЛИ

доц. Шумакова Н.І.

СУМИ 2021



ВСТУП



- Роботи та комп'ютери в недалекому майбутньому навряд чи замінять лікарів та медсестер в лікарнях, проте зможуть звести до мінімуму ризик прийняття хибних рішень.

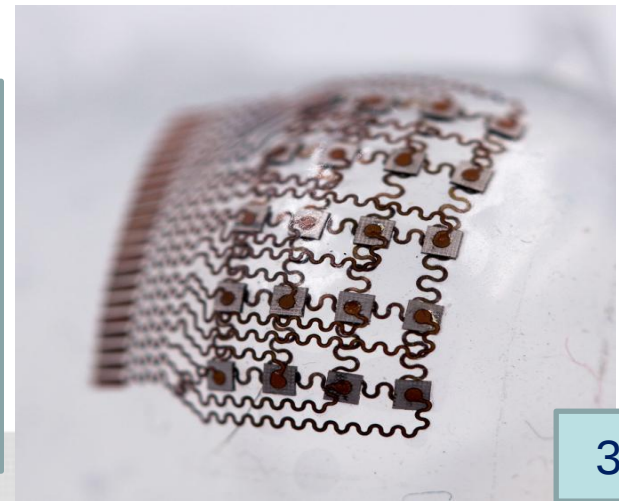
Для прикладу, уявімо ситуацію, коли вас турбує біль і ви приходите до лікаря. Після того, як він вислухає про всі симптоми та внесе їх в комп'ютер, спеціальна програма порівняє ваші дані з мільйонами інших подібних випадків та підбере найефективніше лікування. Так само можна буде проаналізувати рентгенівські знімки та дані МРТ (магнітно-резонансна томографія) й виявити причину, адже завжди існує ймовірність, що людина її може просто не побачити, оскільки оперує незрівнянно меншим "досвідом» порівняння.

Лише з початку 2017 року цими проблемами, лише в США, займаються 106 стартапів. Наприклад, компанія Pathway Genomics розробляє простий аналіз крові, який визначатиме не лише наявність, а й можливість виникнення раку. А за допомогою системи штучного інтелекту IBM's Watson онкологи визначають найоптимальніші індивідуальні протоколи для лікування раку.

ІННОВАЦІЇ ЯКІ ЗРОБЛЯТЬ ПЕРЕВОРОТ У МАЙБУТНЬОМУ МЕДИЦИНИ

- Минув той час, коли лікарі відвідували своїх пацієнтів на дому. Відвідування лікаря в лікарні теж скоро стане неактуальним. На нас чекає поєднання світу реального і віртуального. Лікарі оглядатимуть пацієнтів через веб-портали, на які передаватимуться дані з датчиків на тілі пацієнта.
- Хворим не потрібно буде виділяти час, щоб прийти на прийом до лікаря. Віртуальна реальність увійде в систему охорони здоров'я. Вже зараз починають застосовуватися цифрові методи лікування, коли замість препаратів або особистих обстежень і терапії пацієнт поліпшує свій стан, використовуючи певний програмний продукт, або за допомогою онлайн-консультацій з фахівцем.

Натільний пластр розміром менше поштової марки вимірює тиск, випромінюючи ультразвукові хвилі, які проникають через шкіру, відбиваються від тканин і крові, передаючи інформацію на ноутбук.

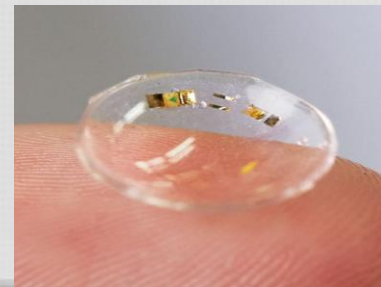




- Різноманіття цифрових пристроїв, поєднане зі штучним інтелектом, напевно поліпшить точність і швидкість діагностики захворювань, виявлення хвороб на ранніх стадіях, тобто підвищить шанси успішного лікування і зцілення. Більшість пристроїв, ймовірно, будуть на базі телефону. За допомогою застосунків і сенсорів телефони будуть знімати ЕКГ, «слухати» кашель для діагностування пневмонії, здійснювати постійний контроль кров'яного тиску.

В університеті Вашингтона розробляють мобільний застосунок, який може допомогти діагностувати рак підшлункової залози, досліджуючи білки очей на наявність ознак жовтяниці.





- У старій моделі охорони здоров'я дані про пацієнтів збираються уривчасто і неповно. Зараз є набагато кращий спосіб – персональна технологія, яка постійно стежить за основними показниками життєдіяльності та реєструє дані про стан здоров'я в повному обсязі. Натільні реєстратори повсюдно використовуються в спорті. У майбутньому вони стануть центральним компонентом профілактики, діагностики та лікування захворювань.
- Електронні медичні татуювання і датчики-стікери зможуть знімати ЕКГ, вимірювати ЧДД і рівень цукру в крові та передавати всю інформацію через Bluetooth. Слухові апарати і мікронавушники з вбудованими датчиками не тільки посилюватимуть звуковий сигнал, але і вимірюватимуть ЧСС. «Розумні» контактні лінзи в майбутньому будуть оснащені тисячами біосенсорів, які зможуть визначити початкові ознаки раку та інших захворювань, вимірювати рівень цукру в слюзі і допомогти діабетикам коригувати дієту і медикаментозну терапію.
- Забудьте про аналіз крові з пальця! Південнокорейським вченим вдалося прикріпити електронні датчики до лінз, які, не заважаючи зору, відстежують рівень глюкози в слюзі.



- Пластир-датчик на животі вагітної жінки може виявити рух міометрія, сигналізуючи про хід пологів.
- Батьки можуть стежити за своїм малюком у цифровому режимі за допомогою датчика, що реєструє дихання немовляти і посилає сигнал тривоги в разі зупинки дихання.

Синдром раптової смерті немовлят (СРСН) – це смерть здорової на вигляд дитини першого року життя, найчастіше під час сну, причину якої не можна пояснити будь-якими даними, включаючи результати патологоанатомічного дослідження (автопсії). Найчастіше такі випадки смерті реєструють у дітей віком від 1 до 6 місяців.



КРИХІТНИЙ ДАТЧИК НА ЗУБ ВІДСТЕЖУЄ СКЛАД ВАШОЇ ЇЖІ

Американські дослідники створили мініатюрний сенсор, який кріпиться прямо на зуб і по бездротовому каналу передає дані на мобільний пристрій, аналізуючи хімічний склад їжі та напоїв. Це може бути дуже корисно для людей, яким не можна вживати певні продукти.

- Раніше фахівці з різних країн вже намагались створити пристрої для відслідковування надходження в організм поживних речовин. Наприклад, у 2014 році це запропонували робити за допомогою акустичних датчиків і алгоритму, що по звуку жування розпізнає тип і кількість їжі. Такий переносний пристрій повинен був виглядати як навушник, але до виходу на ринок справа не дійшла. Були й прототипи з хімічними сенсорами, проте вони відрізнялися громіздкістю і вимагали заміни реагентів.
- Від своїх попередників «розумна» наклейка відрізняється компактністю і більш широким спектром можливостей. Вчені з університету Тафтса у США розробили технологію, завдяки якій крихітний датчик на зубі оцінює інформацію про вміст глюкози, кухонної солі й етилового спирту та передає її на смартфон, планшет або ноутбук. Це може значно полегшити роботу лікарів і спростити проведення клінічних досліджень.



Розміри «розумної» наклейки становлять 2х2 мм. Пристрій плоский, гнучкий і легко адаптується до нерівностей зубної емалі. Передача даних здійснюється не постійно, а лише за запитом: маленька антена, вбудована в прилад, приймає радіосигнал від керуючого пристрою і віддає всій системі команду приступити до аналізу.



Сенсор складається з трьох шарів: центральний працює як губка і абсорбує аналізовану речовину; два верхніх шара, що являють собою квадратні рамки із золотого дроту, приймають і передають радіосигнали. Зміна сольового складу, вмісту цукру або етанолу змінює провідність центрального шару і, відповідно, частоту й довжину випромінюваної пристроєм хвилі. По цих змінах алгоритм на мобільному пристрої визначає, які речовини увійшли в контакт з сенсором.

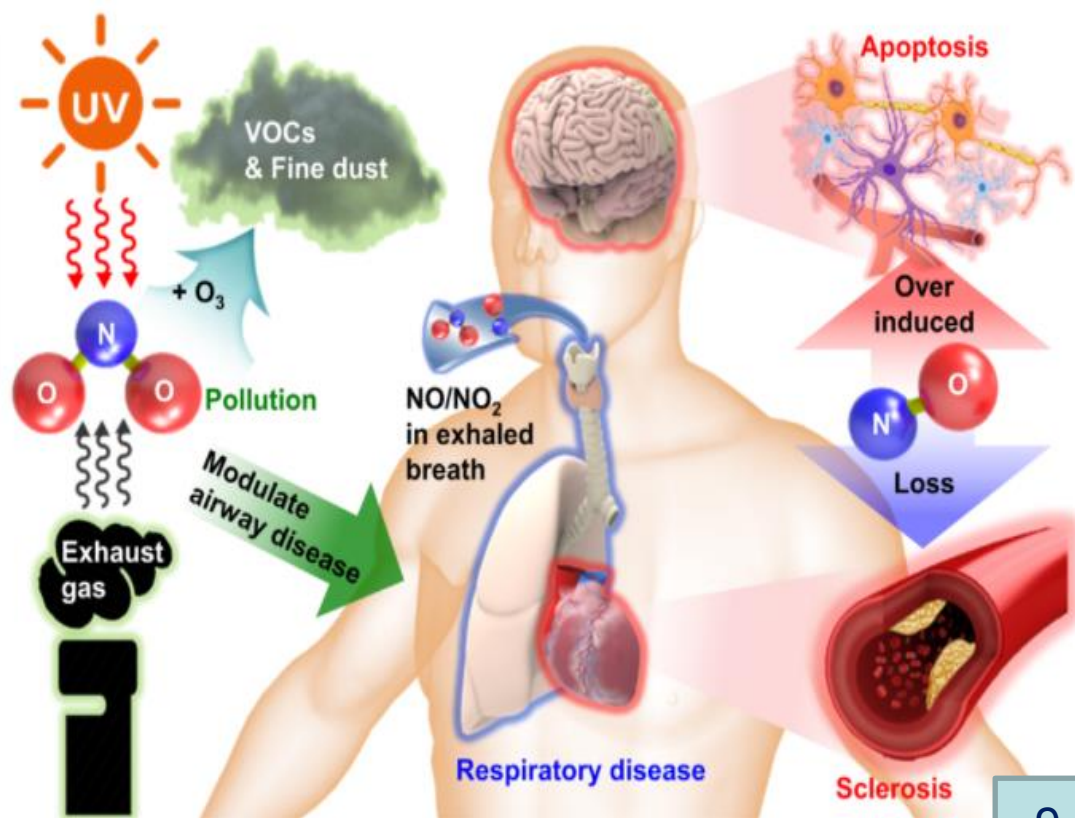
Автори розробки відзначають, що в майбутньому апарат можна доповнити датчиками присутності інших сполук, наприклад, вітамінів, солей мікроелементів і токсичних речовин, а також датчиками температури, кислотності середовища та інших фізіологічних показників.

ПРОРИВ У ТРАНСПЛАНТАЛОГІЇ: ВЧЕНІ ВИНАЙШЛИ ДАТЧИК, ЩО МОЖЕ РОЗЧИНЯТИСЬ В ТІЛІ ЛЮДИНИ

Датчики, які контролюють стан пацієнта під час та після медичних процедур, можуть бути дорогими, незручними та навіть небезпечними. Міжнародна група дослідників розробила високочутливий гнучкий газовий датчик, який можна імплантувати в тіло. Коли зникає потреба у ньому, то він безпечно розкладається у тілі до матеріалів, які засвоюються організмом.

Вчені повідомили про розробку гнучкого датчика для імплантації, який може контролювати різні форми оксиду азоту (NO) та газу діоксиду азоту (NO₂) в організмі.

«Моніторинг кількості цих газів важливий, оскільки в надмірній кількості вони можуть нашкодити здоров'ю людини», – каже **Хуаню “Ларрі” Ченг**, професор з розвитку кар'єри Дороти Квіггл з Департаменту інженерних наук та механіки та члена Інституту обчислювальних наук та даних.



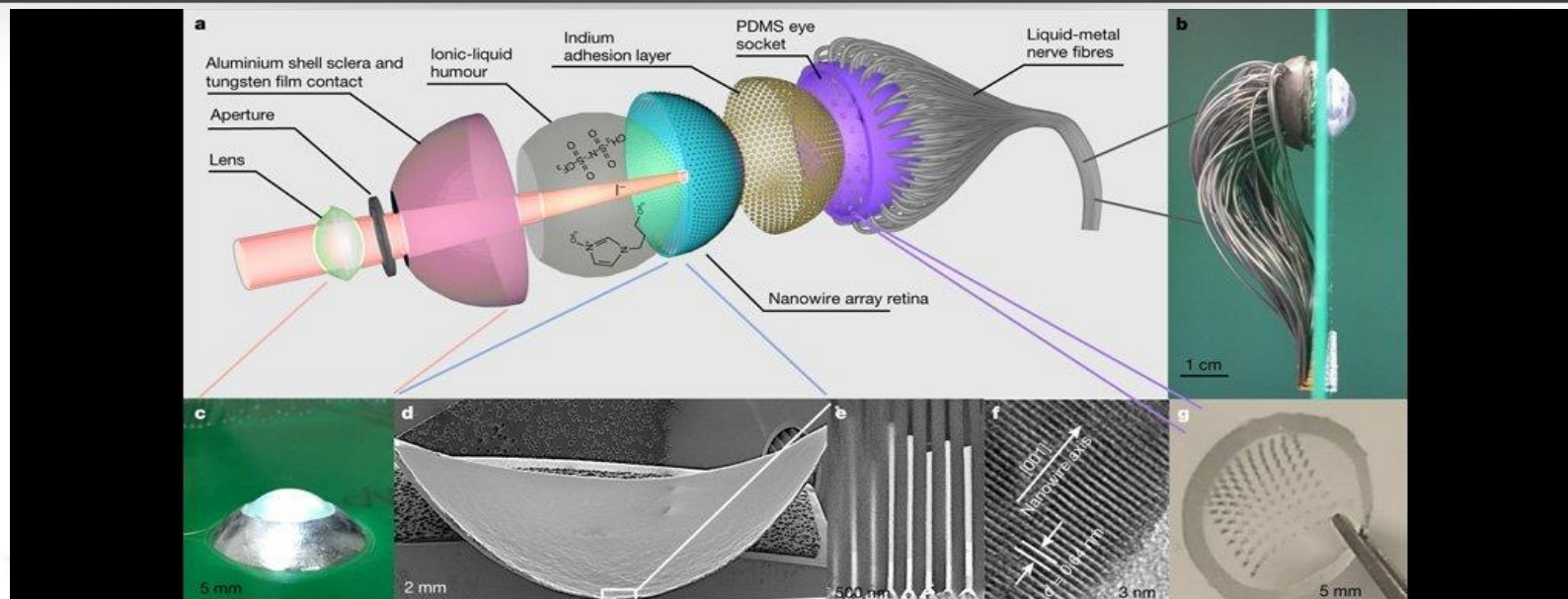
- Оксид азоту, який виробляється природним шляхом в організмі людини, відіграє важливу роль, оскільки розширює судини для посилення кровотоку, дозволяючи кисню та поживним речовинам циркулювати по судинах. З іншого боку, надмірна кількість діоксиду азоту спричиняє прогресування легеневих хвороб.
- Команда науковців розробила датчик з матеріалів, які є еластичними і можуть біологічно розкладатися. Існують аналоги таких пристроїв, проте вони є занадто громіздкими для імплантації та не завжди показують точну кількість шкідливих газів в організмі.
- За словами дослідників, компоненти такого пристрою проводять електрику, зокрема, магній та кремній. Вони є чутливими до оксиду азоту та можуть розкладатись в рідинах, і зрештою людське тіло може безпечно поглинати всі матеріали, з яких зроблено пристрій. Додатковою перевагою конструкції є те, що матеріали розчиняються досить повільно, що дозволяє сенсорам функціонувати в організмі під час періоду відновлення пацієнта.
- Команда використовувала обчислювальні ресурси суперкомп'ютера ICDS Roar для створення моделювань, які можуть помічати мінімальні похибки показників, спричинені незначними змінами.
- Команда дослідників стверджує, що в майбутньому можна створити схожий пристрій, що відслідковуватиме процес старіння організму та фіксуватиме мінімальні зміни у тілі людини.

БІОНІЧНЕ ОКО «БАЧИТЬ» НЕ ГІРШЕ ЗА ЛЮДСЬКЕ

- Нещодавно журнал Nature опублікував дослідження гонконзьких науковців, які розробили біонічне око. **Це – роботизований механізм, покликаний максимально точно відтворювати будову людського ока і буквально здатний «бачити» об'єкти навколо.**
- Під час роботи над проектом дослідники спиралися на анатомічну будову справжнього людського ока, адаптувавши пристрій до механічних елементів. Поточний прототип – діаметром 2 см – досить непогано відтворює людське око. Всередині біонічного ока міститься рідкий електроліт, сітківку «зіткали» з нанодротів, а кришталік зробили завдяки досягненню сучасної офтальмології: інтраокулярній лінзі.
- Заломлюючись у кришталіку, світло досягає фоторецепторів сітківки, які перетворюють фотони у сигнали.
- Ці сигнали нервовими шляхами йдуть у зорові відділи мозку, та от штучних нервових каналів до кафедри робототехніки ще не завезли. Мембрана штучної сітківки оснащена крихітними **сенсорами перовськіту** – чутливого до світла матеріалу, що його застосовують у сонячній енергетиці. Отже, у біонічному оці, замість нервових шляхів, сигнал йде нанодротоми, а роль зорової кори мозку виконує звичайний процесор.

Перовськіт (CaTiO_3) — потенційне джерело титану, попутно ніобію й торію. Відносно рідкісний. Сьогодні перовськіт — це в першу чергу матеріал для виготовлення недорогих і ефективних сонячних елементів.

Звісно ж, до ефективності звичайного людського ока йому ще далеко – необхідно додати приблизно 40 мегапікселів. Та добра новина у тому, що сам принцип штучного ока виявився робочим, а отже якість картинки – питання часу. Одна з головних проблем технології наразі полягає у з'єднанні зоровим нервом штучного ока та реального мозку.



Окрім того, біонічне око потребує автономії, себто джерела живлення. Науковці планують забезпечити його мікроскопічними сонячними батареями. Загалом цей винахід зможе допомогти людям, які втратили біологічне око, але хочуть відновити зір на доброму рівні. Чутливість нанодротів деінде навіть краща за людське око – оптичний діапазон біонічного гаджета дозволяє реагувати на хвилі довжиною 800 нм, що є порогом між світлом та інфрачервоним випромінюванням.

Така характеристика допоможе біонічному оку розпізнавати предмети у темряві, ба навіть краще за людське. Дослідники також вважають, що, завдяки швидшій реакції на зміну світла, власники біонічного ока зможуть краще пристосовуватися до нових умов. У найближчі роки очікується поліпшення не лише інтеграційної, але і якісної складової винаходу – кількість мегапікселів планують збільшити на порядок.

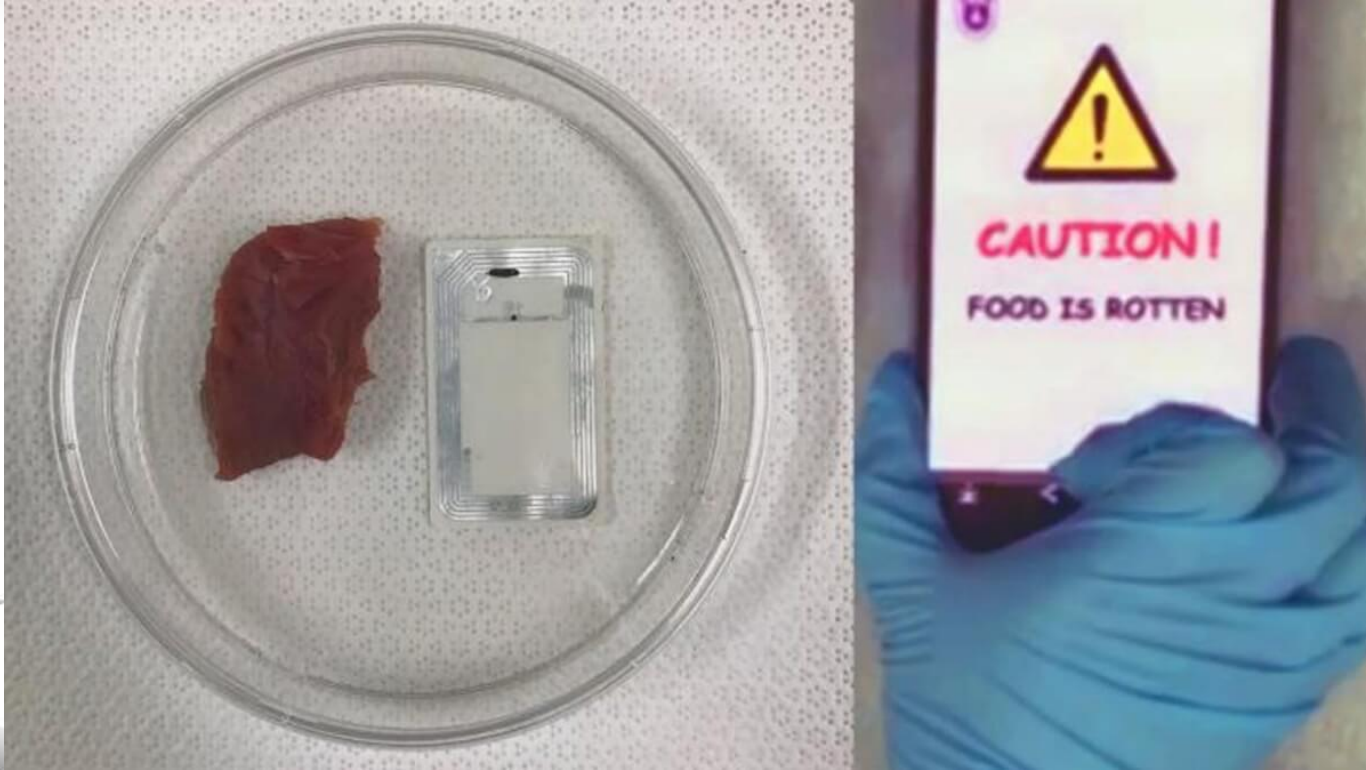


УЧЕНІ СТВОРИЛИ NFC-ДАТЧИК, ЩО ВИЯВЛЯЄ ГНИТТЯ ЇЖІ НА РАННІЙ СТАДІЇ

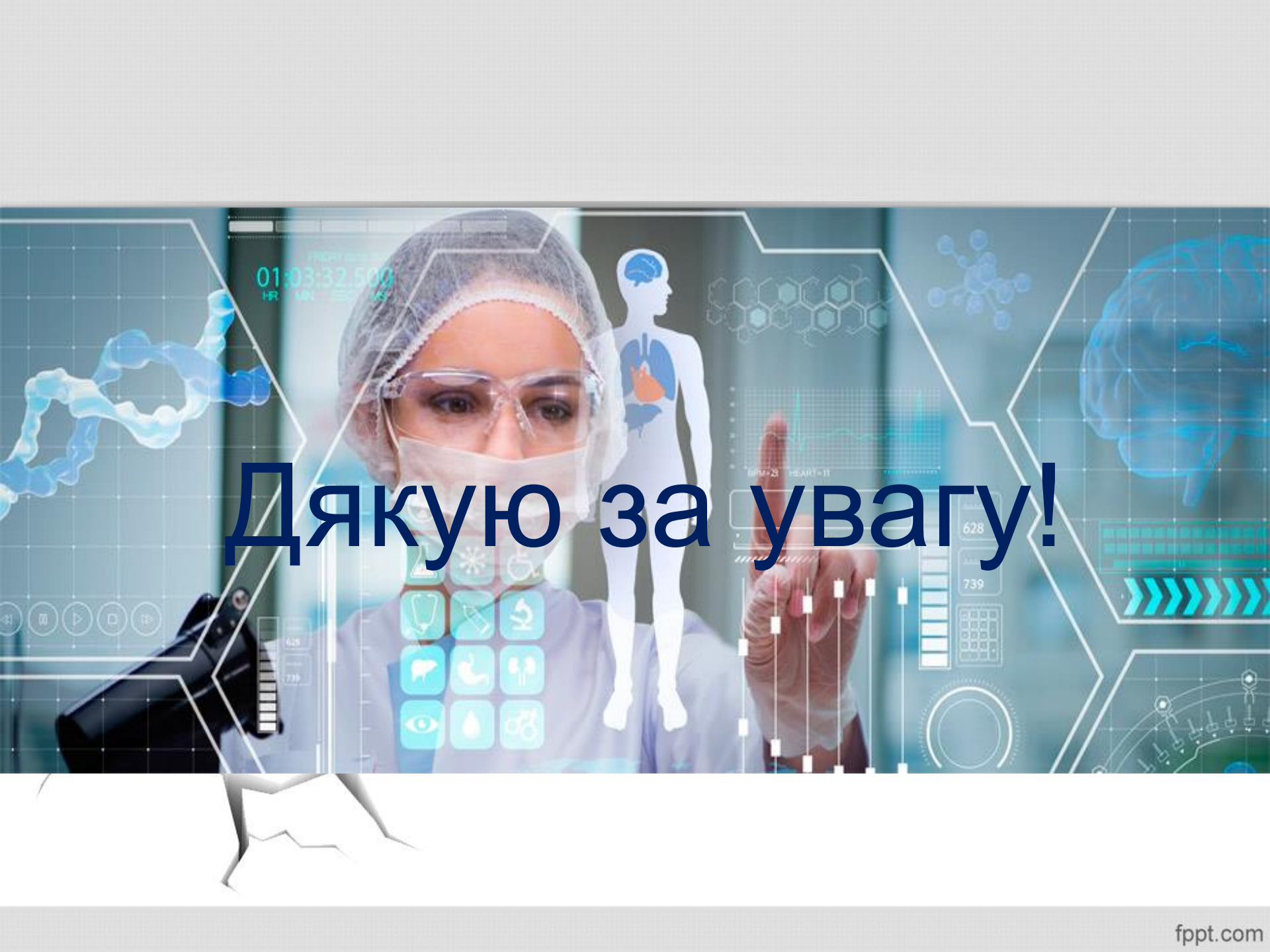
- Як дізнатися, чи свіже це м'ясо, чи ні? Уважно подивитися на нього, прийнятися. Та зазвичай такі заходи не мають сенсу, бо «фахівці» за допомогою різноманітних барвників навчилися добре приховувати справжній стан продукту. Тому істина відкривається нам уже після трапези. І добре, коли організм зуміє очистити себе сам, без медичного втручання. Змінити ситуацію на користь споживача може [NFC-датчик](#), здатний розпізнавати процес гниття.
- Його створили учені із Нанкінського університету (Китай) та Техаського університету (США). У своїй науковій роботі вони розкрили принцип дії.
- Датчик із наноструктурованих провідних полімерів вбудовано у невелику плоску бирку. Він фіксує такі органічні речовини, як біогенні аміни (БА). Вони є у всіх харчових продуктах, що містять білки або вільні амінокислоти (рибні, м'ясні, молочні продукти, вино, пиво, овочі, фрукти, горіхи і шоколад). Ба більше, наявність біогенних амінів свідчить про те, що цей продукт зіпсувався і є непридатним для вживання.



Під час експериментів дослідники залишали NFC-датчики поряд зі шматками сирого м'яса на добу при температурі 30°C. Не найкращі умови для зберігання, тому не дивно, що наступного дня чіп фіксував таку кількість БА, яка вказувала на зіпсованість. Та процес гниття був на такій ранній стадії, що людський ніс ще не міг вловити неприємний запах. Інформацію про стан продукту можна було отримати через ту ж технологію NFC на свій смартфон.



Надалі вчені хочуть монетизувати розробку, запровадивши такі датчики у сфері торгівлі м'ясними продуктами. Лише за допомогою смартфона дистриб'ютор або кінцевий споживач знатимуть, чи свіже це м'ясо, чи ні.



Дякую за увагу!