

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКА ХХІ СТОЛІТТЯ

В статье рассмотрены некоторые нанотехнологии, используемые в электронике и компьютерной технике, информатике. Авторы представили их реализацию в учебном процессе профессионально-технических учебных заведений и старших классах общеобразовательных школ.

В статті розглянуті деякі нанотехнології, які використовуються в електроніці комп'ютерній техніці, інформатиці. Автори представили варіанти їх реалізації в навчальному процесі професійно-технічних навчальних закладів та 10-11 класах загальноосвітніх шкіл.

The article discusses some of nanotechnology which are used in computer technique, informatics. The authors present the options of their implementation in teaching vocational and technical schools and upper secondary schools.

Ключевые слова: Нанотехнология, наночастицы, нанэлектроника, информационные технологии, компьютерная техника.

Ключові слова: Нанотехнологія, наночастинки, наноелектроніка, інформаційні технології, комп'ютерна техніка

Key words: Nanotechnology, nanoparticles, nanoelectronics, information technology, computer technique.

Поняття нанотехнології пов'язане з такими відомими вченими як Річард Фейнман, Ерік Дрекслер, Норіо Танігучі та ін. які визначили нанотехнологію як технологію, яка працює в субмікронному діапазоні лінійних розмірів.

Термін "Нанотехнологія" можна віднести до будь-якої технології, яка використовує при конструюванні та виготовленні продукту із матеріалів у вигляді порошку з наночастинок розмірами не більше 100 нм. (1 нанометр дорівнює одній мільярдній частині метра).

Наночастинки можуть бути отримані з будь-якого матеріалу та різними засобами. Це можуть бути наночастини металів, неметалів, карбідів, нітридів, карбонітридів та ін. На відміну від властивостей чистих металів наночастини володіють механічними, фізичними, хімічними та іншими властивостями в

сотні та тисячі разів більшими, аніж у традиційних матеріалів з яких вони виготовлені. За останні десятиліття вченими виявлено інші форми вуглецю крім алмазу та графіту: вуглецеві нанотрубки, фулерени, фулерити, графен та ін, властивості яких наближаються до теоретичних.

Вченими та інженерами доведено, що якщо додавати наночастинки в стандартні метали, неметали, пластмаси, кераміку, лаки і фарби та ін матеріали, то властивості цих матеріалів змінюються іноді непередбачувано, а інколи набувають властивості які відсутні у кристалічного елементу. У зв'язку з розвитком в індустрії країни нових, так званих, «високих» технологій і «нанотехнологій» стає необхідним навчання учнів або хоча б знайомство з цими технологіями не тільки в професійно-технічних навчальних закладах і старших класах загальноосвітніх шкіл.

В даний час розвиваються і удосконалюються буквально всі існуючі технології, оновлюється матеріальна база підприємств.

Різновиди технологій, які, згідно з прогнозами вчених, будуть відігравати провідну роль в ХХІ столітті, тісно пов'язані з квантовою, біомолекулярною та комп'ютерною революцією.

На основі накопиченого науково-технічного доробку в області «високих» технологій цілком можливе впровадження багатьох з них в технологічний комплекс країни в найближчі роки ХХІ сторіччя. В основі такого підходу лежать наступні напрямки: ряд видатних відкриттів останніх років в області фізики, фізичної хімії, розробки комп'ютерно-інформаційних технологій, біотехнологій та низьковимірних систем і структур, які є фундаментом науково - технічної революції ХХІ століття.

Сучасний науково-технічний прогрес поза сумнівом визначається розвитком електроніки, основою якої є досягнення в різних областях фундаментальних наук, головним чином, фізики твердого тіла, фізики напівпровідників. Останні досягнення науки показують, що на відміну від традиційної мікроелектроніки, потенційні можливості якої в найближче десятиліття, мабуть, будуть вичерпані, подальший розвиток електроніки можливий тільки на базі принципово нових фізичних і технологічних ідей.

Так, упродовж ряду десятиліть підвищення функціональної складності і швидкодії систем досягалося збільшенням щільності розміщення і зменшенням розмірів елементів, принцип дії яких не залежав від їх масштабу. При переході до розмірів елементів близько десятків або одиниць нанометрів виникають якісно нова ситуація, що полягає в тому, що квантові ефекти (тунелювання, розмірне квантування, інтерференційні ефекти) роблять визначальний вплив на фізичні процеси в наноструктурах і функціонування приладів на їх основі.

Багатообіцяючим є також створення наноструктур, в яких роль функціональних елементів виконують окремі молекули. У перспективі це дозволить використати принципи прийому і переробки інформації, що реалізуються у біологічних об'єктах (молекулярна наноелектроніка). Нові можливості в підвищенні потужності, температурної і радіаційної стійкості, розширенні діапазону частот, поліпшенні ергономічних характеристик приладів відкриває напрям, в якому синтезуються ідеї і технологічні досягнення вакуумної і твердотілої електроніки (вакуумна наноелектроніка).

Нанотехнології покликані вирішити наступні завдання в електроніці:

- різке підвищення продуктивності обчислювальних систем;
- різке збільшення пропускної спроможності каналів зв'язку;
- різке збільшення інформаційної місткості і якості систем відображення інформації з одночасним зниженням енерговитрат;
- різке підвищення чутливості сенсорних пристроїв і істотне розширення спектру вимірюваних величин, що важливо, зокрема, для завдань екології;
- створення високо-економічних твердотілих освітлювальних приладів;
- істотне збільшення питомої ваги використання електронних і оптоелектронних компонентів в медичних, біологічних, хімічних, машинобудівних і інших технологіях.

З використанням нових технічних наноматеріалів, у тому числі і на основі вуглецевовмісних композицій, створюються унікальні елементи, що активно впроваджуються, нині, в електроніку, обчислювальну техніку, вимірювальні системи і тому подібне. Такі елементи, знаходять широке

застосування у бортовому устаткуванні космічних апаратів; вже використовуються в транзисторах аналогових і цифрових схемах, навігаційному устаткуванні.

Особливі надії на нанотехнології покладають фахівці у галузі електроніки і інформаційних технологій. Можна прослідкувати як з часом змінювалася пам'ять чипів електронної техніки: якщо у 1965 році можна було вмістити на одному чипі лише 30 транзисторів, у 1971 році – 2250; у 2000 році один чип містить близько 42-х млн. транзисторів величиною 130-180 нанометрів, і з'явилися повідомлення, що вдалося створити транзистор розміром 90 нанометрів,

Цей процес зробив складну електронну і комп'ютерну техніку доступною для більшості споживачів.

У 1968 році один транзистор коштував у США 1\$, нині за ці гроші можна придбати 50 млн. транзисторів.

У 1965 році Гордон Мур, фахівець у сфері фізичної хімії, зробив знамените передбачення, яке було названо «Закон Мура», який проголошує, що число транзисторів на чипі буде подвоюватися кожні 18 місяців. Протягом декількох десятиріч прогноз доводив свою точність. Нині виробники комп'ютерних чипів зіштовхнулись із складностями мініатюризації. Щоб підтверджувати «Закон Мура» потрібно щоб транзистор був не більшим 9 нанометрів.

За прогнозом Міжнародного Консорціуму Напівпровідникових компаній цей рівень розвитку технології буде досягнуто до 2016 року.

Вуглецеві нанотрубки, завдяки їх високій електро- і теплопровідності, можна використати в якості сполучних провідників в чипах з щільною упаковкою. Значна питома поверхня вуглецевих нанотрубок дозволяє розглядати їх як матеріал для створення надмініатюрних конденсаторів великої місткості (суперконденсаторів), які можна застосовувати не лише при створенні електронних пристроїв, але і в якості накопичувальних елементів в системах електроживлення космічних апаратів.

Нанотехнології і створені з їх участю наноматеріали відкривають абсолютно нові можливості для розробки різноманітних сенсорів – датчиків

для реєстрації і визначення параметрів широкого кола фізичних об'єктів. Наносенсори значно відрізняються від існуючих датчиків не лише своїми малими розмірами, але і робочими характеристиками.

Для створення наносенсорів широко використовуються нанотрубки і наностержні у поєднанні з органічними і неорганічними молекулами.

Нанотехнології дозволяють створювати також високочутливі датчики механічних дій, прискорень, електромагнітних полів. Особливістю описаних датчиків є наявність рухливих частин, що дозволяє з їх допомогою отримувати електричний сигнал у відповідь на механічну дію, і навпаки – механічну реакцію на електричну дію.

За цією ознакою вказані датчики можна віднести до наноелектромеханічних систем. Поєднання на одному чипі електронних і електромеханічних нанопристроїв, включаючи, наприклад, пристрої для управління потоками рідини або газу, дозволяє створювати дуже складні функціональні системи.

Усім відомий новий процесор Intel, який запущений в експлуатацію в 2007 році, а компанія почала випускати багатоядерні процесори, що містять у своїй конструкції найменший (поки що ще) структурний елемент з розмірами, приблизно, 45 нм. Компанія обіцяє незабаром створити структурний елемент до 5 нм. Усе це стає можливим у зв'язку з розробкою нових наноматеріалів на базі нанополімерних плівок і вуглецевих нанотрубок.

У лабораторії університету Бостона сконструйована антена-осцилятор розмірами близько 1 мкм. Пристрій налічує 5 мільярдів атомів і здатний осцилювати з частотою 1,49 гігагерців, що дозволяє передавати інформації великого об'єму і з високими швидкостями.

З 2005 року компанія Altair створила і використовує новий інноваційний матеріал для електродів літій-іонних накопичувачів, час зарядки яких 10-15 хв. Цій – же фірмою розроблений водневий паливний елемент, який легше літєвого в двоє, з часом роботи довше в 3 рази.

У лютому 2006 року компанія почала промислове виробництво накопичувачів для електромобілей.

Японськими ученими вдалося синтезувати новий тип наномотора, який наводиться в рух променем світла. У роботі використовується принцип роботи кривошипно – шатунового механізму спільно з поршнем, тільки на атомному рівні.

Вирішення проблеми передачі і перетворення різних видів енергії одна в іншу в нанорозмірному діапазоні – одне з пріоритетних питань наномеханіки, тому досягнення японських учених використовуватимуться при розробці наноробототехники.

У 2006 році Джеймсом Туром з університету Райса в області наномеханіки створений молекулярний автомобіль. Ця молекулярна наномашинка їздить по атомах золотої підкладки за допомогою світлової енергії і складається він з 300 атомів золота і має власний автономний наномотор. Наномашини настільки малі, (їх розмір складає 3-4 нм.), що 20 тис. таких пристроїв можна помістити на торці людського волосся.

Перша робоча повнофункціональна інтегральна мікросхема на вуглецевій нанотрубці була складена американськими ученими в 2006 році.

Нанопристрій працює на терагерцевих частотах. Це в 100 000 разів більше, ніж у попередніх нанотрубкових чипах.

Нанотрубкова електроніка стає "теплою" і це дозволяє їй виходити на світовий споживчий ринок. На їх основі створена флеш-пам'ять, на основі якої розробляються нові типи архітектури молекулярної пам'яті і дозволять налагодити масовий випуск таких електронних пристроїв.

Новий флеш осередок – це своєрідний "бутерброд", що складається з нанотрубок композиту і кремнієвої підкладки. Його товщина всього декілька нанометрів. Природно, нанопристрій на основі "нанобутерброду" буде набагато мініатюрніший, ніж сучасні аналоги, а робочі характеристики в тисячі тисяч разів вищі.

Вченими Гарварду створений найшвидший польовий нанотранзистор. Цей унікальний пристрій складається з германієвого – кремнієвого ядра і кремнієвих нанострун. Працює він в 3-4 рази швидше, ніж будь-хто сучасні кремнієві. Найменший розмір транзисторів, що виготовляються сучасною мікроелектронною промисловістю 45 нанометрів.

Планувалося, що в 2008 році з'являться дисплеї-невидимки. Дослідження по створенню "невидимої електроніки" ведуться давно, але і досі вченим не вдалося створити матеріал для транзисторів, який був би "невидимим" і в той же час забезпечував високу швидкість роботи. Тепер же вченим створені прозорі транзистори, які можуть поєднуватися з такими технологіями, як органічні світлодіоди, рідкокристалічні панелі і електролюмінесцентні дисплеї, які широко використовуються для виготовлення телевізорів, моніторів, ноутбуків і стільникових телефонів. Дослідні зразки моніторів на прозорих транзисторах вже є.

"Святий Грааль" від електроніки. З'явився новий клас напівпровідникових пристроїв, в які можна інтегрувати наномагніти методом точного розміщення атомів металу на матеріал, з якого формується підкладка чипа. Таким чином, учені сподіваються отримати контроль на атомному рівні за архітектурою чипа і зробити об'єднання декількох ключових компонентів комп'ютерів в один пристрій. Об'єднання цих пристроїв в одне дозволить зменшити енергоспоживання і збільшить швидкість обробки інформації. У перспективі ця технологія може привести до появи на ринку мультимедійних пристроїв з одним чипом, на якому буде уся обчислювальна електроніка і пам'ять: це і "одноразові" електронні книги і різні мобільні мультимедійні ігри і просто "розумний пил".

Не можна не сказати про різних медичних приладів на чипах, наприклад, лабораторія – на – чипах експрес – аналізатор крові, що діє з 2006 року, розроблений ученими Каліфорнійського технологічного інституту.

Аналізатор портативний, розмірами з мобільний телефон, робить точний аналіз крові всього по її краплі за 2 хвилини.

У Японії використовується "унітаз", який після сечовипускання в нього видає загальний точний аналіз складу сечі в т.ч. на цукор, білок та ін.

Дивно, але в тій же Японії в шкільних костюмах школярів вставлені чипи і батьки кожну хвилину можуть простежити, де і чим зайнята дитина. Про всяк випадок у кожної дитини в одязі є ще і "таємна" аварійна кнопка, яку у разі непередбачених обставин можна натиснути і хтось прийде на допомогу.

За цим же принципом працює гаджет на зап'ястку руки людини, яка вимірює ритм роботи серця, вимірює тиск у людини і, при необхідності, викликає швидку допомогу до хворого або повідомляє результати аналізу лікареві або операторові поліклініки, де спостерігається хворий.

Зовсім новий винахід електроніки – медичний пластир. Пластир нагадує мікрочип мобільного телефону або ноутбука, виготовлений з силіконових плівок, здатних розтягуватися, не утруднюючи рухів. Зібрану інформацію він може передавати на комп'ютер або мобільний телефон, а лікар за цими даними оцінить ефективність процесу лікування.

Електронний пластир завтовшки всього в людське волосся здатний замінити стандартний огляд лікаря.

Перший варіант медичного електронного пластиру ученими був створений 12 років тому. З його допомогою можна перевірити серцевий ритм, міру обезводнення (симптом діабету і проблем з серцем), коливання температури тіла, скорочення м'язів і інші основні життєві показники.

Остання модель пластиру не боїться мила, води і поту, через десять днів використання пластир сам природним чином "зникає". (Аиф, червень, 2012).

Наука освоює нові технології, матеріали і їх властивості. Широкі можливості нанотехнологій дозволили створити прилади нічного бачення, ультрасучасні прилади зв'язку і системи навігацій; розроблені системи комплексного управління бойовим устаткуванням: безпілотними літаками, одночасного управління групою танків, наномашинами-роботами; створити нові технології в екіпіровці солдатів та ін.

При захисті від біологічної, хімічної зброї розроблені костюми, що захищають тіло і руки. У тканину костюма вводиться нанопорошок, деактивуючий біля 24-х відомих токсичних отрут. Розроблені прилади виявлення наркотиків, отрут, бактерій і газів; фільтрації вірусів і бактерій. Деякі прилади апробовані у війні з Іраном.

Розроблені фільтри з нановолокон розмірами в 50 нм, що захищають від бактерій, вірусів і газів. Детектори і фільтри можуть бути використані в аеропортах, вокзалах, школах, концертних залах, лікарнях, високоповерхових будинках та ін., що запобіжить біологічному і хімічному нападу.

Електронщики створили телекамери, що розпізнають обличчя людини за 12 км і вдень і вночі; створені електронні прилади, випромінюючі терагерцеві хвилі, які використовуються для виявлення вибухових речовин, прилади для виявлення шкідливих домішок у воді, в повітрі, в атмосфері, в космосі.

Терагерцеві прилади нешкідливі для живої клітини і незабаром замінять рентгенівські апарати. Розроблені наноелектромеханічні системи розвідувального і сигналізаційного призначення; прилади нічного бачення, нагрівальні елементи не утворюють іскри, удосконалюються мобільний зв'язок і новітні комп'ютерні технології.

У романі відомого фантаста Станіслава Лема "непереможний" грізною зброєю майбутнього були не громіздкі космічні крейсери або танки, і мікроскопічні частинки кремнію. Окремо ці піщинки були нешкідливим кварцовим піском, але, об'єднуючись в пилові хмари, перетворювалися на потужну зброю.

Завдяки розвитку МЭМС пророцтва фантаста стають реальністю. У 1998 році американські учені з військового агентства DARPA висунули концепцію "розумного пилу" (smart dust). Суть її полягає в тому, щоб розкидати з літаків над зоною бойових дій тисячі крихітних наносенсерів - радіопередавачів, які непомітно для супротивника стануть відстежувати усі його переміщення і дії. Передбачалося також, що прості окремо сенсори самоорганізуюватимуться в складну, наділену штучним інтелектом мережу, яка зможе робити фільтрацію і первинну обробку зібраних даних, щоб переправляти командуванню лише істотну інформацію.

Однією з найплідніших розробок в цьому напрямі став спільний проект Каліфорнійського університету у Берклі і корпорації Intel, у рамках якого створені розумні сенсори Motes (у перекладі з англ. - "порошинки"). Що ж є цими "порошинками"? Це мініатюрні чутливі прилади розміром з пігулку аспірину, здатні автономно працювати у будь-яких умовах і за допомогою радіохвиль об'єднуватися в локальні мережі для передачі зібраної інформації центральному комп'ютеру.

Дослідники виготовили декілька сотень експериментальних "розумних порошинок". Усі "порошинки" забезпечені сенсорами і радіопередавачами, передавальними сигнал по ланцюжку від одного робота до іншого. Оскільки об'єм пам'яті "порошинки" складає лише декілька кілобайт, то для їх спільної роботи розробили специфічну "крихітну" операційну систему TinyOS, що оперує файлами розміром близько 200 байт, і відповідну систему баз даних TinyDB, що проводить внутрішньомережеву обробку даних. Варто відмітити, що при цьому вони відрізняються досить довгим терміном служби - їх батареї вистачає на декілька років! Секрет такої довготривалої роботи "порошинок" полягає в тому, що вони включаються лише на короткий час: роблять виміри, передають сигнал - і знову "засинають".

Перші випробування "розумного пилу" проводилися у березні 2001 року на військовій базі в Каліфорнії. Тоді з літака було скинуто шість "розумних порошинок". Попадав на землю, вони тут же об'єдналися у безпроводну мережу і приступили до виміру напруженості магнітного поля навколо себе. А після того, як мимо проїхала машина, почали розраховувати її швидкість і визначати напрям руху, повідомляючи ці дані переносному комп'ютеру, що знаходиться в найближчому таборі.

Сфери застосування "розумного пилу" :

Завдяки таким якостям, як безпроводність, автономність, мініатюрність, множинність, надійність і відносно низька вартість, "розумний пил" вже нестримно знаходить застосування в повсякденному людському житті. Окрім військових і поліцейських застосувань, сенсорні мережі, що само організуються, можуть використовуватися і в мирних цілях - від спостереження за довкіллям до нагляду за літніми людьми, інвалідами, в охоронному середовищі та ін.

Унікальним винаходом електронниківів, так званий "**Електронний ніс**". Практично будь-яка хімічна речовина видає специфічний запах. Потрапляючи в ніс, молекули цієї речовини, присутні в повітрі в невеликих концентраціях, дратують відповідні рецептори, передавальні в мозок

інформацію про наявність в повітрі певних речовин за допомогою нейронної мережі.

Відомо, що чутливість носа у людей сильно розрізняється.

Професійні дегустатори парфумерії мають унікальний "нюхальний" дар і перевершують в цьому володарів звичайних носів. Спеціально натреновані собаки_шукача здатні "винюхувати" певні види наркотичних або вибухонебезпечних речовин, але жоден собака не в змозі уловити запах людини в приміщенні, де сильно пахне бензином, ацетоном, фарбою, або коли сліди присипані пахучою речовиною (наприклад, тютюном). На гостроту нюху самого першокласного дегустатора сильно впливають такі чинники, як втома, різні інфекції, токсичні речовини, загальний фізичний стан, суб'єктивність в оцінках сприйняття і так далі.

З метою позбавлення від цих і інших незручностей нині розробляються різні варіанти так званого, "електронного носа".

Такий пристрій є програмованим набором датчиків, кожен з яких "нюхає" окремий компонент запаху речовини або продукту. Чим більше датчиків встановлені, тим точніше результат.

Наносенсори для електронного носа підбираються по їх хімічній спорідненості, і зазвичай для цієї мети використовуються полімерні плівки, що проводять.

На відміну від звичайних газових сенсорів, що розробляються спеціально для кожної окремої речовини, електронний ніс досить універсальний, а за допомогою наносенсорів здатний уловити і детектувати настільки малі концентрації речовин, що з ним не зрівняється жоден шукач.

На сьогодні досить велика кількість "електронних носів" є комерційно доступними приладами.

Проте, вже сьогодні "електронні носи" вже надають допомогу в рішенні багатьох проблем: по-перше це криміналістика і національна безпека, "Електронний ніс" може забезпечити нові можливості у боротьбі з контрабандним ввезенням і поширенням наркотиків, попереджати терористичні диверсії, винюхуючі гази, можна швидко виявити і усунути витіки в газопроводах та ін.

Є відомості, що в районі багатьох родовищ вугілля і нафти спостерігається підвищена мікроконцентрація природного газу метану. Отже, "електронний ніс" здатний відшукувати покладних копалин. У харчовій промисловості "Електронний ніс" може бути використаний для оцінки свіжості продуктів, контролю якості, моніторингу випадкових або умисних забруднень, або продукції невідповідній торговій марці.

Наприклад, за допомогою цього приладу вдалося встановити, що майже половина зразків кави "Нескафе", що продається в наших магазинах, дуже далека від еталону. Те ж саме і з коньяками.

Електронний ніс потрібний при розробці і виробництві кормів для тварин, адже в цьому випадку самі споживачі продукту не можуть прокоментувати його запах.

У класичній медицині індивідуальний запах виділень людини вже давно використовується як важливу діагностичну ознаку. У ХХІ столітті ніс лікаря замінить "електронний ніс".

Вчені Пенсильванського університету створили "електронний ніс", який виявляє інфекційні хвороби по диханню обстежуваної людини. Річ у тому, що усі бактерії, незалежно від своєї природи, в процесі життєдіяльності виділяють різні гази. У разі поразки інфекцією дихальних шляхів ці гази обов'язково є присутніми у видиху. "Електронний ніс" підноситься до рота хворого, отримує його видих і порівнює хімічний склад з базою даних на підставі чого ставиться відповідний діагноз.

Прилад, розроблений в інституті Ілінойса технологій, здатний виявити в повітрі збудників туберкульозу і інших інфекційних захворювань. По запаху стає можливим діагностувати пневмонії, онкологічні захворювання і навіть атипичну пневмонію. При черепно-мозкових травмах на самих ранніх етапах можна буде розпізнати запах спинномозкової рідини, яка витікає, що дозволить запобігти багатьом смертельним результатам травматичних поразок центральної нервової системи. Для аналізу багатоконпонентних рідин учені з Санкт-петербурзького університету спільно з італійськими колегами з Римського університету "Тор Вергата" виготовили систему

хімічних сенсорів типу "електронна мова". Цей прилад розпізнає рідини складного складу за смаком, тобто виконує роботу електронного дегустатора.

Можливості розпізнавання смаку за допомогою "електронної мови" учені показали на прикладі мінеральної води, соків, кави і рослинної олії : електронний дегустатор успішно розрізняє близько 30 видів грузинських і італійських мінеральних вод, більше 30 різних соків, 15 типів кави, що представляє суміші різних близьких за смаком сортів. Зрозуміло, "електронна мова" легко відрізняє справжню, мінеральну воду від її штучної підробки, хоча по основному хімічному складу вони практично ідентичні. Окрім чисто дегустаторських "здібностей" електронної мови, його також можна використати і для аналізу робочих рідин на предмет наявності домішок. Крім того, стає можливим швидкий і точний моніторинг довкілля, адже для визначення рівня забруднення води досить "лизнути" воду в річці або озері.

Нова МЕМС технологія дозволила компанії Microvision зробити систему проекції зображення прямо на сітківку ока. Цим створюється ілюзія повнорозмірного зображення. Така унікальна безпроводна інформаційна система у вигляді "відеоокулярів" може бути вбудована у будь-який шолом.

Тепер не лише пілоти надзвукових літаків можуть використати шолом з тривимірним зображенням. Він перейшов на службу до автомеханіків і інженерів. Простий автомеханік, надівши такий шолом, перетворюється на інформаційний гуру. На сітківку ока передається малюнок, що показує точні креслення вибраного автомобільного вузла, його комплектація, необхідні розрахунки. За допомогою безпроводної системи користувач пов'язаний з Інтернетом - якщо чого немає в стандартній базі даних, він може пошукати там. Також за допомогою вбудованої системи розрахунків автомеханік може розрахувати будь-який вузол автомобіля (чи іншого механізму).

У Росії, США і у всіх Європейських вузах читається навчальний курс «Нантехнології XXI століття». У Росії в передових вузах відкрита підготовка фахівців за фахом «Нанотехнологія», «Наноматеріали», «Нанотехнології в електроніці».

Закінчуючи статтю хотілося б відзначити, що в нашій країні нічого подібного немає. Але ж треба з чогось і колись то починати!

Ймовірно, було б корисно, у варіативну частину навчальних планів вузів країни ввести курс «Нанотехнології XXI століття» і «Матеріали високих технологій», читати подібні курси в інститутах підвищення кваліфікації, для педагогів усіх спеціальностей, для аспірантів і науковців.

У середньотехнічних навчальних закладах і загальноосвітніх школах можна знайомити учнів з нанотехнологіями у відповідних розділах хімії, фізики, біології, або ввести окремо навчальну дисципліну «Введення в нанотехнологію» в 10 і 11 - х класах, як це зроблено з 2012 - 2013 навчального року в Росії.

Список литературы:

1. Рыбалкина М., Нанотехнологии для всех. www.nanonewsnet.ru
2. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего, М. Эксмо, 2009. – 256с.
3. Сігова В.І., Хижняк В.Г и др... Системи високих технологій. Навчальний посібник. – Суми: СОІППО, 2012.– 400 с.