тентності майбутніх селекціонерів-генетиків.

Перспективи подальших наукових досліджень передбачають розробку методики навчання професійно-орієнтованих і фахових дисциплін із метою формування фахової компетентності в майбутніх селекціонерів-генетиків у вищих аграрних навчальних закладах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Концепція та науково-методичні рекомендації з формування професійно-практичної компетентності фахівців з управління природокористуванням в агросфері : навч.-метод. забезп. для наук. і наук.-пед. працівників вищ. аграр. навч. закладів / [Н. М. Рідей, В. М. Ісаєнко, Г. О. Білявський та ін.]. – К. : НУБіП України, 2014. – 459 с.

2. Локшина О. Розвиток компетентісного підходу в освіті Європейського Союзу / О. Локшина // Шлях освіти. – 2007. – № 1. – С. 16-21.

3. Рідей Н. М. Ступенева підготовка майбутніх екологів: теорія і практика : монографія / Н. М. Рідей ; за заг. ред. академіка Д. О. Мельничука. – Вид. 2-ге, перероб. і доповн. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 650 с.

Дата надходження до редакції: 13.07.2015 р.

УДК 373.5:373.6:620.3

Микола ВІДНІЧУК,
кандидат педагогічних наук, доцент,
професор кафедри методики викладання фізики і хімії
Рівненського державного гуманітарного університету,
директор ІПОДП РДГУ

Олександр АНДРЄЄВ,
директор Рівненської Малої академії наук

ОЗНАЙОМЛЕННЯ УЧНІВ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ З ОСНОВАМИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Представлена стаття присвячена проблемі ознайомлення учнів середньої школи з одним із пріоритетних напрямків сучасних технологій – нанотехнологіями та їх застосуванням у науці та техніці.

Ключові слова: *нанотехнології, атом, квант, корпускулярно-хвильовий дуалізм.*

Представленная статья посвящена проблеме ознакомления учащихся средней школы с одним из приоритетных направлений современных технологий – нанотехнологиями и их применением в науке и технике.

Ключевые слова: *нанотехнологии, атом, квант, корпускулярно-волновой дуализм.*

The article is devoted to the examination of high school students with one of the priorities of modern technologies - nanotechnology and its application in science and technology .

Key words: *nanotechnology, atom, quantum, wave-particle duality.*

Постановка проблеми. Актуальною проблемою навчання, зокрема фізики, є зв'язок науки з практикою, поєднання теоретичних засад із повсякденним життям. Стрімкий ріст технологізації суспільства все наочніше демонструє можливості сучасної науки в сферах виробництва та побуту, що сприяє розвитку науки та її різноманітних галузей. Зокрема, в останні десятиліття в багатьох сферах людської діяльності активно впроваджуються нанотехнології як відображення сучасної науки, що, в свою чергу, спонукає до наукових пошуків в означеній галузі.

Виклад основного матеріалу. Процес ознайомлення учнів із нанотехнологіями вимагає певних знань з хімії, фізики, основ квантової та атомної фізики, оптики, фізики та хімії полімерів, біофізики. У зв'язку з цим його реалізація доцільна саме в старших класах загальноосвітньої школи.

Загалом нанотехнологіями прийнято вважати міждисциплінарну галузь фундаментальної і прикладної науки, що вивчає закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю декілька нанометрів або частин нанометра. У перекладі з грецької мови слово «нано» означає карлик. Один нанометр (нм) – це одна мільярдна частина метра або ширина 10 розміщених поруч атомів водню (діаметр еритроцитів – 7000 нм, а товщина людської волосини – 80 000 нм). Розмір об'єктів, з якими мають справу нанотехнологи, коливається в діапазоні від 0,1 до 100 нм, тоді як більшість атомів мають діаметр від 0,1 до 0,2 нм, а товщина ниток ДНК – близько 2 нм.

Можливості використання нанотехнологій невичерпні: від нанокомп'ютера, що вбиває ракові клітини та «ремонтує» пошкоджені тканини

© Віднічук М., Андрєєв О., 2015

і органи, до автомобільних двигунів, котрі не забруднюють навколишнє середовище. Різнобічне застосування нанотехнологій корисне й у виробництві напівпровідників, виготовленні будівельних матеріалів, медицині, сенсорній техніці, екології, автомобілебудуванні, біотехнологіях, хімії, авіації та космонавтиці, машинобудуванні й текстильній промисловості. Досить важливо, що застосування продукції нанотехнологій дозволяє заощадити на сировині та споживанні енергії, скоротити викиди в атмосферу, а як наслідок – сприяє сталому розвитку економіки.

Очевидною умовою цього процесу повинно бути посилене впровадження основ науки про нанотехнології в освітні програми. І хоча нанотехнології є досить важким для викладання предметом, зважаючи на те, що це комбінація з фізики, хімії, біології, математики, інженерії та технологій, означена галузь може викликати значний інтерес учнів до навчання у сфері природничих і технічних наук.

Близько третини всіх світових інвестицій у цій галузі припадає на США, 15% – на ЄС та 20% – Японію. Дослідження в сфері нанотехнологій активно ведуться і в Росії, Австралії, Канаді, Китаї, Південній Кореї, Ізраїлі, Сінгапурі й Тайвані. В Україні створено два центри нанотехнологій, один з яких відкрили у 2007 році за програмою "Стійкість геотехнічних систем" в Національному гірському університеті в Дніпропетровську, другий – у 2009 році у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника за програмою "Наноматеріали в пристроях генерування і накопичення енергії". У галузі матеріалознавства та нанотехнологій працює також інженерно-фізичний факультет Київського політехнічного інституту. Крім того, в Україні створено державну науково-технічну програму «Нанотехнології і наноматеріали» на 2010-2014 роки, що повинна забезпечити конкурентні переваги української промисловості.

Отже, нанотехнології – це сукупність методів виробництва продуктів із заданою атомарною структурою шляхом маніпулювання атомами і молекулами. Яким же чином ми можемо маніпулювати речовиною на рівні атомів і молекул? Рішення цієї проблеми запропонував Ерік Дрекслер (Масачусетський університет) у книзі "Машини творення". Для маніпулювання атомами дослідник винайшов спеціальні наномашини або асемблери, що повинні захоплювати атоми або молекули і поєднувати їх між собою, причому не хаотично, а відповідно із заданим алгоритмом. Важливо відзначити, що такі машини вже декілька тисяч років чудово функціонують у природі і прикладом їх роботи є механізм синтезу білка рибосомами. Проте без біоподібних структур дуже важко маніпулювати окремими атомами і молекулами, у зв'язку з чим наномашини-асемблери повинні представляти собою синтез живих і технічних систем. Дрекслер визначає асемблер як молекулярну машину, що здатна до самореплікації, яка може бути запрограмована, будувати практично будь-яку молекулярну структуру або пристрій із простіших хімічних будівельних блоків.

Головне завдання асемблера – з'єднання атомів і молекул у заданому порядку. Він повинен вміти будувати наносистеми будь-якого призначення – двигуни, верстати, обчислювальні пристрої, засоби зв'язку тощо. Це буде універсальний молекулярний робот зі змінними програмами на "перфострічках" типу ланцюжків РНК або ДНК. Зовнішній вигляд збирача можна уявити собі як "ящик" нанометрового розміру з "рукою" – маніпулятором, довжиною до сотні атомів. Вихідним матеріалом для маніпулятора можуть служити атоми, молекули і хімічно активні молекулярні конструкції. Всередині збирача розміщені пристрої, що керують роботою маніпулятора і містять програми всіх його дій. Керувати збирачами будуть нанокомп'ютери, що програмуються на будь-якій мові управління промисловими роботами і мають зв'язок із звичайним комп'ютером, котрим керує людина.

Асемблери можуть працювати в парі з дизасемблерами – наномашинами, здатними розбирати об'єкт на атоми із записом його структури на молекулярному рівні, що допоможе вченим краще пізнати речі і їх атомну структуру. Асемблери будуть мати здатність до реплікації (розмноження).

Реплікатор – це об'єкт, який здатен сам себе скопіювати, включаючи будь-які зміни, яких він міг зазнати (подібно гену, міму або комп'ютерному вірусу). Реплікується (розмножується шляхом створення своєї копії) асемблер за командою макрокомп'ютера або залежно від оточення. Неабиякою проблемою є складність його початкового конструювання, проте незважаючи на це, лабораторії всіх держав світу борються за право бути першими у цьому революційному прориві.

Будь-яка технологія, приміром обробка матеріалу на макро-, мікро- або нанорівні, не може обходитися без засобів для вимірювання відповідних величин. Серед різноманіття вимірювальних приладів існують спеціальні для вимірювання як великих, так і малих відстаней. Малі відстані аж до міліметрового порядку легко вимірюються за допомогою звичайної лінійки. Проте для менших розмірів лінійка вже не годиться, необхідні збільшувальні прилади, найбільш популярним серед яких є звичайний оптичний мікроскоп, що дозволяє бачити дрібні деталі розміром до 0,25 мкм. Подальші спроби поліпшення мікроскопа, що працює на принципах оптики, призвели до створення його електронного варіанта, за допомогою якого вдається розглядати предмети з розмірами нанометра. Електронний мікроскоп дозволяє розрізняти навіть атомні решітки, проте виявити в них йому не під силу. Тому коли всі можливості цього пристрою були вичерпані, вчені розпочали пошук нових шляхи вирішення поставленого завдання.

На початку XX ст. з'явилася оригінальна ідея для вивчення речовини, не збільшуючи при цьому візуально досліджувану площу її поверхні. Тут у нагоді став тунельний ефект, на основі якого у 1981 році був створений перший скануючий тунельний мікроскоп. Для того, щоб зрозуміти принцип роботи такого мікроскопа, розглянемо фізичне явище, на якому базується його робота. Тунелювання є принципово квантовомеханічним ефектом, аналогів якому немає в класичній фізиці. Він ґрунтується на корпускулярно-хвильовому дуалізмі – подвійній природі елементарних частинок.

На початку XX ст. з'ясувалося, що класична механіка не здатна адекватно описувати закони взаємодії мікрочастинок, які рухаються в надзвичайно малому об'ємі (усередині атома), а необхідність встановлення цих законів призвела до народження

“нової” фізики, що одержала назву квантової. Перехід від класичних уявлень до квантових вимагає від людини певної психологічної перебудови, адже безліч понять у квантовому світі опиняються “поза грою”. Так, у квантовій механіці ми не можемо оперувати поняттям єдиноможливої траєкторії частинки загалом, оскільки сучасний рівень розвитку знань про закони квантового світу поки що не дозволяє нам однозначно і точно описувати рух елементарних частинок. Тунелювання є наслідком того, що для електрона притаманні як корпускулярні, так і хвильові властивості. Зустрівши на своєму шляху перешкоду, що вимагає для її подолання більшої енергії, він проходить крізь неї, подібно до рентгенівської хвилі, що вільно рухається крізь матеріальні об’єкти.

Таким чином, над поверхнею будь-якого провідника або напівпровідника завжди спостерігається певна кількість вільних електронів, що вийшли за його межі не в результаті термоелектронної емісії, а завдяки тунельному ефекту. Якщо взяти дві речовини, що проводять струм, розташувати їх на відстані 0,5 нм одна від одної і прикласти до них порівняно малу різницю потенціалів (0,1-1 В), то між ними виникне електричний струм, обумовлений тунельним ефектом, який називається тунельним струмом. Якщо повторити цей же дослід, але до поверхні тіла, що нас цікавить, піднести гострий предмет, наприклад, дуже тонку голку з кінчиком завтовшки з атом, то, проводячи нею над досліджуваним об’єктом (скануючи його поверхню), можна отримувати інформацію про будову об’єкта на атомному рівні.

У 1981 році співробітники компанії IBM Г. Бінінг і Г. Рорер на основі цього явища побудували перший скануючий тунельний мікроскоп (СТМ), а в 1982 році з його допомогою вперше в історії отримали зображення поверхні золота, а потім і кремнію з атомарно роздільною здатністю. За це відкриття в 1985 році вчені були удостоєні Нобелівської премії, а подальший розвиток скануючої мікроскопії призвів до бурхливого розвитку нанотехнологій.

Тунельний мікроскоп дозволив ученим досліджувати поверхні на атомному рівні. Однак цей прилад має й ряд обмежень, адже може застосовуватися лише для вивчення матеріалів, що добре проводять електричний струм. Проте у 1986 році в лабораторії Цюріхського відділення IBM були створені мікроскопи наступного покоління – атомно-силові (АСМ), що дозволяють досліджувати поверхні з атомною точністю, не будучи обов’язково електропровідними. Принципи дії атомно-силового і тунельного мікроскопів практично однакові, проте на відміну від тунельного робота атомно-силового ґрунтується на використанні сил міжатомних зв’язків (на малих відстанях (близько 0,1 нм) між атомами двох тіл діють сили відштовхування, а на великих – сили протягування).

Ще Демокрит у своїй атомістичній концепції Всесвіту звернув увагу на те, що світ складається з безлічі “цеглинок” – хімічних елементів і їх з’єднань, що різняться між собою особливими властивостями. Деякі елементи, такі як мідь, залізо, сірка, вуглець, відомі ще з доісторичних часів, вік інших вимірюється лише століттями, незважаючи на те, що людство користувалося ними завжди (наприклад, кисень був відкритий у XVIII столітті). Так, у 1985 році Роберт Керл, Гарольд Крото і Річард Смоллі абсолютно несподівано відкрили принципово нове вуглецеве з’єднання – фулерен, унікальні властивості котрого зацікавили багатьох дослідників. Основою молекули фулерену є вуглець – унікальний хімічний елемент, що відрізняється здатністю з’єднуватися з більшістю елементів і утворювати молекули різного складу і будови. Зі шкільного курсу хімії відомо, що вуглець має два основних алотропних стани: графіт і алмаз. Тому з відкриттям фулерену вуглець придбав ще один алотропний стан.

У зв’язку із дослідженням фулеренів були синтезовані і вивчені їх молекули, що містять різну кількість атомів вуглецю – від 36 до 540. Проте у 1991 році японський професор Суміо Їідзіма виявив довгі вуглецеві циліндри, що одержали назви нанотрубок. Нанотрубка – це молекула, що містить більше мільйона атомів вуглецю і являє собою трубку з діаметром нанометра і завдовжки кілька десятків мікрон. У стінках трубки атоми вуглецю розташовані у вершинах правильних шестикутників.

Нанотрубки, що в 100 тисяч разів тонші за людську волосину, виявилися напрочуд міцним матеріалом, адже в 50-100 разів міцніші за сталь і мають у шість разів меншу щільність. Модуль Юнга – рівень опору матеріалу деформації – у нанотрубок вдвічі більший, ніж у звичайних вуглецевих волокон. Тобто трубки не лише міцні, але й гнучкі, і нагадують за своєю структурою жорсткі гумові трубки. Під дією механічних напруг вони не «рвуться», а перебудовуються.

Незвичайні властивості нанотрубок дозволяють використовувати їх для створення штучних м’язів, які при однаковому обсязі можуть бути значно сильнішими від біологічних, не бояться високих температур, вакууму і багатьох хімічних реагентів. Із нанотрубок можна створити надлегкі і надміцні композиційні матеріали, щоб шити одяг для пожежників і космонавтів. Нанокабель від Землі до Місяця з одиночної трубки можна було б намотати на котушку розміром з макове зернятко. Невелика нитка діаметром 1 мм, що складається з нанотрубок, могла б витримати вантаж у 20 т, що в кілька сотень мільярдів разів більше від її власної маси. Проте в даний час максимальна довжина нанотрубок складає десятки і сотні мікрон, що, звичайно, дуже багато за атомними масштабами, але занадто мало для повсякденного використання.

Нанотрубки бувають різної форми: великі й маленькі, одношарові й багатошарові, прямі й спіральні. Вони демонструють цілий спектр найнесподіваніших електричних, магнітних та оптичних властивостей. Залежно від конкретної схеми згортання графітової площини (хіральності), нанотрубки можуть бути як провідниками, так і напівпровідниками електрики.

Межі застосування нанотрубок надзвичайно широкі. Із них можна робити дроти для мікроприладів, унікальність яких полягає в тому, що струм по них протікає практично без виділення тепла, досягаючи при цьому величезного значення – 107 А/см2 (класичний провідник за таких показників випарувався б миттєво). Використовуються нанотрубки в комп’ютерній індустрії, зокрема як нові елементи для комп’ютерів, що забезпечують зменшення пристроїв (порівняно з кремнієвими) на кілька порядків, у наноелектроніці – створення напівпровідникових гетероструктур, а також як

ідеальну голку скануючого мікроскопа, діаметр якої складає кілька атомів.

Нанотрубки – ідеальний матеріал для безпечного зберігання газів у внутрішніх порожнинах, зокрема водню, який у недалекому майбутньому буде використовуватися як паливо для автомобілів. З огляду на те, що запаси нафти на нашій планеті швидко зменшуються, автомобіль на водневому паливі стане незабаром ефективним вирішенням багатьох екологічних проблем. При цьому замість традиційного бензину нові водневі "бензобаки" з нанотрубками будуть заповнюватися водневим паливом стаціонарно, під тиском, а використовуватися завдяки незначному підігріву такого "воднебака".

У нанотрубки атоми і молекули можна "загаяти" не тільки поодинці, а й буквально "вливати" речовини. Як показали експерименти, відкритій нанотрубці притаманні капілярні властивості, тобто вона ніби втягує речовину в себе. Таким чином, нанотрубки можна використовувати як мікроскопічні контейнери для перевезення і зберігання хімічно або біологічно активних речовин: білків, отруйних газів, компонентів палива і навіть розплавлених металів. Потрапивши всередину нанотрубки, атоми або молекули вже не зможуть вийти назовні: кінці нанотрубок надійно "запаяні", а вуглецеве кільце надто вузьке, аби більшість атомів "пролізли" через нього. У такому вигляді активні атоми або молекули можна буде безпечно транспортувати. Дістався місця призначення, нанотрубки розкриватимуть з одного кінця і випускатимуть їх вміст у визначених дозах. Це не фантастика, адже подібні експерименти на сьогодні вже проводяться в багатьох лабораторіях, а операції "запаювання" і "розпаювання" кінців нанотрубок цілком під силу сучасним науковцям. До речі, вже створено нанотрубку з одним закритим кінцем.

Не виключено, що через 10-15 років завдяки означеній технології лікуватимуть різні захворювання. При цьому, хворому вводитимуть у кров заздалегідь підготовлені нанотрубки з дуже активними ферментами. Ці нанотрубки збиратимуться в конкретному місці організму завдяки мікроскопічним механізмам і "розкриватимуться" у потрібний момент. Сучасна технологія вже через 3-5 років практично буде готова до реалізації означеної схеми. Проблемою є лише відсутність ефективних методів "відкривання" таких механізмів та їх інтеграції в білкові маркери з метою пошуку клітин мішеней.

На сьогодні найбільш поширеним методом видобування нанотрубок є метод термічного розпилення графітових електродів у плазмі дугового розряду. Під час горіння плазми відбувається інтенсивне термічне випаровування анода. При цьому на торцевій поверхні катода утворюється шар із багаточисельних вуглецевих нанотрубок, довжина яких складає приблизно 40 мкм і які наростають на катоді перпендикулярно пласкій поверхні його торця, тобто відбувається так зване самозбирання вуглецевих нанотрубок з атомів вуглецю.

Розглянуті вище фулерени і нанотрубки завдяки своїм надмалим розмірам відносяться до ультрадисперсних. Дисперсність – це ступінь роздробленості речовини на частинки. Чим менший розмір окремої частини, тим вища дисперсність. За ступенем дисперсності частинки можна розділити на грубодисперсні, високодисперсні (колоїдні) та ультрадисперсні (нанометрового порядку).

Ультрадисперсні матеріали зазвичай не трапляються в природі у вільному стані, а являють собою штучний продукт. На даний час існує значна кількість способів подрібнення речовин, наприклад, механічне подрібнення (для отримання різних порошків), різання (одержання стружки), подрібнення в кульових, вібраційних та вихрових млинах чи подрібнення ультразвуком тощо.

Надзвичайно популярним упродовж останнього часу є такий якісно новий напрямок медичної науки, як молекулярна наномедицина, унікальність винаходів якої вражає: лабораторії на чипі; адресна доставка ліків до уражених клітин; нові бактерицидні та противірусні засоби; діагностика захворювань за допомогою квантових точок; використання нанороботів для відновлення пошкоджених клітин; нейроелектронні інтерфейси та багато іншого. Пропонуємо докладніше ознайомитися з деякими новими відкриттями в наномедицині.

Лабораторія на чипі. Кожен із нас хоча б раз у житті здавав аналіз крові. При цьому результатів, як правило, доводилося чекати кілька днів, а то й тижнів, адже спочатку зразок потрапляв до лабораторії, де аналізувався на спеціальному обладнанні, і лише після цього повертався у вигляді роздруківки результатів до лікаря. Але, як часто буває, швидкість, точність і доступність аналізу є питанням життя і смерті в прямому сенсі цього слова. І як би було добре, якби лікарі або навіть самі пацієнти могли отримати результати найскладніших аналізів упродовж кількох хвилин! Якою б приголомшливо компактною й ефективною могла бути лабораторія, якби увесь її простір (ураховуючи інструменти, столи, клавіатури тощо) можна було б "стиснути" до розмірів звичайного мікрочипа, а всі дії людини, включаючи доставку, переміщення та аналіз зразка, повністю автоматизувати. Важко уявити, але такі лабораторії вже існують! Вони називаються лабораторіями на чипі *(з англ. – Labonchip)*. Один такий чип розміром 4х4 см може замінити цілий комплекс обладнання, необхідного для аналізу ДНК/РНК, встановлення спорідненості, визначення генетично-модифікованих організмів, ранньої діагностики онкологічних захворювань, вивчення ефективності трансфекції клітин, кількісного визначення білків, визначення рівня експресії генів тощо. При цьому представлена надмаленька лабораторія може одночасно аналізувати до 12-ти різних зразків, а час аналізу, який раніше займав від кількох днів до кількох тижнів, скорочується до 15-30 хв.

Прикладом подібної технології є продукція провідних у цій галузі компаній Affymetrix ("GeneChip") та Agilent ("LabChip"), що займаються виробництвом лабораторій на чипі. У таких чипах ДНК аналізується методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Його суть полягає в послідовному нагріванні й охолодженні розчину, що містить зразок аналізованої ДНК, два праймери (ділянки ДНК на 20 нуклеотидів, комплементарні ділянки аналізованого ДНК), суміш чотирьох нуклеотидів та фермент ДНК-полімераза. Під час нагрівання двониткові відрізки ДНК розщіплюються; під час охолодження під дією ферменту кожен з однониткових ланцюжків добудовується до двониткової копії вихідного відрізка. Число відрізків молекули ДНК подвоюється при кожному циклі, а з кожної молекули у вихідній

пробі через 30 циклів їх утворюється 230, тобто більше мільярда копій.

Для визначення біологічної небезпеки компанія CombiMatrix запропонувала чип завбільшки з поштову марку. Пристрій, що містить такий чип, може визначити наявність кількох видів мікроорганізмів, що входять до складу бактеріологічної зброї. На його базі CombiMatrix випустила детектор HANAA, який може використовуватися в польових умовах. Кожен мікроскопічний осередок чипа замінює установку для проведення ПЛР, він аналізує ДНК і співвідносить з одним із запрограмованих типів патогенної ДНК, може розпізнати патоген при концентрації 10 бактерій в одній пробі (одна проба являє собою капсулу діаметром 5 мм і 2 см завдовжки).

Крім того, CombiMatrix на основі чипа випустила пристрій, в якому проводиться імуноферментний аналіз. У його осередках світяться антитіла до отрут, що не містить ДНК. Такий пристрій може розпізнавати до п'яти токсинів типу рицину. Для виробництва лабораторій на чипі використовуються приблизно ті ж технології, що і для виробництва мікросхем, включаючи літографію і травлення. Однак лабораторія на чипі, на відміну від планарної мікросхеми, повинна бути тривимірною та являти собою МЕМС-пристрій для біохімічних аналізів. Сподіваємося, що через кілька років описані лабораторії стануть для нас звичним засобом діагностики.

Нанотехнології проти вірусів і бактерій. Бактерицидні властивості наночастинок срібла відомі з давніх давен. Сучасна медицина пішла далеко вперед і використовує препарати на основі наночасток для ефективного загоювання ран; набули популярності знезаражувальні аерозолі та вугільні фільтри з наночастинками, бактерицидні фарби для профілактики захворювань, що передаються повітряно-крапельним шляхом, а також самодезинфікуючі одяг і білизна тощо.

Науковцями доведено, що срібні наночастинки – не єдині наноматеріали, придатні для боротьби з бактеріями. Зокрема, ученими з Пітсбурзького університету був створений нанокаталізатор, що виробляє вуглецеві нанотрубки однакового розміру та змушує їх збиратися в структуру, що нагадує килим. Найбільш цікавим виявилося те, що такий «нанокилим» може вбивати значну кількість мікроорганізмів! Так, під час експерименту на бактеріях E.coli окремі нанотрубки «килима» проштрикнули їх клітинні мембрани, спричинивши таким чином загибель мікроорганізмів. Отже, у найближчому майбутньому подібні «нанокилими» можна буде використовувати, наприклад, як біологічний детектор або бактерицидну поверхню у фільтрах для очищення води, повітря тощо.

Наноелектроніка. Слід зазначити, що на поч. XXI ст. з'явилися серйозні перешкоди щодо розвитку електроніки. Перш за все це стосується зростання ступеня інтеграції та швидкодії ІС. Планарна технологія наближається до фундаментальних меж, обумовлених самою природою. Провідні виробники ІС упевнено освоюють технологію 90 нм. Здавалося б, ще трохи, і буде технологія в 50 нм, але ... в дію вступають квантові закони. Так, пробіл між провідними доріжками шириною 50 нм буде наскрізь "прострілюватися" в поперечному напрямку електронами за рахунок тунельного ефекту. Інші проблеми – відведення тепла, що виділяється елементами ІС, які надзвичайно щільно розташовані в мікрооб'ємі кристала, а також рівень власних шумів, що дорівнює власному корисному сигналу або перевищує його. У зв'язку з цим варто поміркувати над шляхами подолання труднощів, пов'язаних із нанометровими масштабами. Один із можливих шляхів вирішення – розробка мініатюрних інтегральних пристроїв, в яких роль електронів частково або повністю виконуватимуть фотони, що сприятиме створенню обчислювальної техніки, яка набагато перевершить за швидкодією та інформаційною ємністю сучасні електронні пристрої.

Заміна електронів на фотони сприяла появі нового напряму в електроніці – нанофотоніки. Поєднання магнітних напівпровідників із фотонікою допоможе створенню запам'ятовувальних пристроїв на ядрах атомів, а завдяки інтеграції традиційних складових комп'ютера на одному магнітно-напівпровідниковому оптичному чипі отримаємо надшвидкі й надефективні нанокомп'ютери та інші пристрої обробки, передачі та зберігання даних. Підвищенню швидкодії сприятиме відмова від необхідності змінювати спосіб представлення інформації в пам'яті, процесорі, каналі передач даних, а використання на чипі магнітооптоелектронних структур – виготовленню надзвичайно швидких перемикачів і комутаторів сигналів, що працюватимуть на частотах у кілька терагерц. Крім того, магнітооптичні напівпровідники допоможуть здійснювати пряме перетворення квантової інформації з електронного подання в оптичне і навпаки, минаючи процес детектування.

Ще одна альтернатива – вуглецева наноелектроніка, де провідну роль відведено вже відомим нам вуглецевим нанотрубкам. Одна з унікальних властивостей таких нанотрубок – можливість управління їхніми фізико-хімічними властивостями за допомогою зміни хіральності – скрученості решітки відносно поздовжньої осі. Правильно зігнувши нанотрубку в потрібному місці, можна з легкістю отримати дріт нанометрового діаметра як із металевим, так і з напівпровідниковим типом провідності. При цьому з'єднання двох таких нанотрубок утворює діод, а трубка, що лежить на поверхні окисленої кремнієвої пластини, – канал нанотранзистора.

Компанія Chartered Semiconductor Manufacturing нещодавно представила мікросхеми, розроблені на 65-нанометровому процесорі (їх масове виробництво почалося у 2006 р. на одному із заводів у Сінгапурі), а Texas Instruments створила зразки 65 нм чипів, які вже довели свою працездатність. Samsung має намір застосувати нано- і біотехнології в мобільних телефонах із метою передачі сигналу нейронам і зчитування емоцій, а Philips працює над створенням енергонезалежної наноелектронної пам'яті.

Дослідникам з японського Національного інституту матеріалознавства вдалося перенести стару технологію механоелектричних вимикачів на квантовий рівень. Вони створили мініатюрний механічний вимикач, схожий на ті, що використовуються сьогодні в багатьох побутових приладах. На відміну від звичайних механоелектричних перемикачів, у наноаналога немає рухомих механічних частин. Хасегава, директор Національного інституту матеріалознавства Японії, так пояснює принцип дії цього перемикача: «Перемичка зі срібла виникає між

шинами просто від подачі на них напруги. Місток, що складається з атомів срібла, формується тоді, коли між шинами виникає невелика позитивна різниця потенціалів. Якщо ж ця напруга змінює знак, місток руйнується». Подібні винаходи у недалекому майбутньому призведуть до масового виробництва багатошарової наноелектроніки.

Висновки. Ознайомлення учнів загальноосвітньої школи в процесі вивчення курсу фізики та на заняттях гуртків і факультативів фізико-технологічного профілю з нанотехнологіями дає змогу показати тісний зв'язок сучасної науки з різними галузями суспільного життя, що, у свою чергу, сприяє зацікавленості школярів фізикою як наукою, розвиває їх навчально-пізнавальну компетентність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси ; пер. с японск. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2005. – 134 с.

2. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – М. : Техносфера, 2005. – 336 с.

3. Ратнер М. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи / М. Ратнер, Д. Ратнер ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2004. – 240 с.

4. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех / М. Рыбалкина. – М., 2005. – 444 с.

5. Нанотехнологічна ініціатива США [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.nano.gov.

6. Drexler K.E., Peterson C., Pergamit G. Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution / K. E. Drexler, C. Peterson, G. Pergamit. – New-York : William Morrow, 1991. – 56 p.

7. Quantized Conductance Atomic Switch. – Nature, January 6, 2005. – (National Institute for Material Science).

Дата надходження до редакції: 09.10.2015 р.

ВИХОВНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ПОЗАШКІЛЬНА ОСВІТА

УДК 37.02: 371.6

Людмила ЗАЗУЛІНА,
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри педагогіки та психології
Хмельницького ОІППО

ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНЕ НАВЧАННЯ ЯК ПРОВІДНИЙ АСПЕКТ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОДЕЛІ ШКОЛИ ПОВНОГО ДНЯ

У статті презентовано систему основних здоров'язбережувальних чинників проведення навчальних занять в умовах Школи повного дня. Визначено основні групи чинників, подано їх зміст і характеристику. Представлено «Екологічний паспорт навчальної аудиторії», розроблений відповідно до діючих нормативних документів.

Ключові слова: *валеологічні чинники, екологічний паспорт аудиторії, здоров'язбережувальна компетентність, здоров'язбережувальне середовище, здоров'язбережувальні чинники уроку, Школа повного дня.*

В статье описана система основных здоровьесохраняющих факторов проведения учебных занятий в условиях Школы полного дня. Определены основные группы факторов, их содержание и характеристики. Представлен «Экологический паспорт учебной аудитории», разработанный согласно действующим нормативным документам.

Ключевые слова: *валеологические факторы, экологический паспорт аудитории, здоровьесохраняющая компетентность, здоровьесохраняющая среда, здоровьесохраняющие факторы урока, Школа полного дня.*

This article presents the system of basic health protective factors of the educational classes in the Full Time School. Main groups of factors are defined; their content and characteristics are given. Ecological Passport of Auditory is defined and developed in accordance with applicable legislation.

Key words: *valeological factors, ecological passport of auditory, competences in health preservation, health protective environment, health protective factors of the lesson, Full Time School.*

Нові завдання в галузі освіти, спрямовані на забезпечення її якості та реалізації соціального запиту особистості, зумовили необхідність іннова-

© Зазуліна Л., 2015