

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Ткаченко Ю.А. Методичні особливості навчання учнів основ нанотехнологій на уроках фізики у 7 класі // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 4(14). – С. 108-112.

Tkachenko Yuliia. Methodical Features Of Teaching Of Pupils Of Nanotechnologies At Physics Lessons In 7 Forms // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 4(14). – P. 108-112.

УДК 372.853:373.5

Ю.А. Ткаченко

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
julia.tkachenko.0301@gmail.com

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ УЧНІВ ОСНОВ НАНОТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ У 7 КЛАСІ

Анотація. У статті обґрунтовано необхідність включення у навчальні програми фізики міждисциплінарного напрямку – нанотехнології, з метою оновлення змісту природничої освіти. Розкрито методичні особливості навчання учнів основ нанотехнологій на уроках фізики у 7 класі. У статті визначено місце основ нанотехнологій у навчальній програмі з фізики для учнів 7 класу. Розкрито методичні особливості проведення перших уроків фізики у 7 класі з урахуванням нанотехнологічної компоненти. Визначено методичні особливості вивчення питань нанофізики й нанотехнологій у розділах «Механічний рух» та «Взаємодія тіл. Сила». У статті акцентується увага на використанні нетрадиційних методів навчання (методів проблемного навчання, інтерактивних методів, методу проєктів), інформаційно-комунікативних технологій, віртуального середовища при вивченні відповідних питань нанотехнологічної тематики. Відзначається міждисциплінарний характер нанотехнологій та роль нанотехнологічної компоненти у формуванні цілісної картини світу.

Ключові слова: нанотехнології, шкільний курс фізики, методичні особливості навчання основ нанотехнологій, навчальна програма.

Постановка проблеми. Сьогодні підвищення рівня викладання природничих дисциплін є одним із пріоритетних завдань реформування загальної середньої освіти в Україні. З цією метою Міністерство освіти і науки України виділило кошти на оснащення природничих кабінетів. Крім того, відбувається оновлення змісту природничих дисциплін. Починаючи з 2015-2016 н. р. учні основної школи навчаються за оновленими навчальними програмами [1; 2]. Проте аналіз зазначених програм показав, що вони майже не показують досягнення сучасної науки, зокрема не відображають досягнення і перспективи міждисциплінарної галузі знань – нанотехнології. У обох програмах одним із компонентів змісту навчального матеріалу розділу «Теплові явища» зазначено «Наноматеріали».

Крім того, включення нанотехнологій у зміст шкільного курсу фізики та природничих наук потребує розробки методики викладання даної нанотехнологічної складової та створення відповідного навчально-методичного забезпечення.

Аналіз актуальних досліджень. Проблема включення нанотехнологічної складової у навчальні програми природничих дисциплін останнім часом активно висвітлюється на сторінках науково-методичних видань закордонними (R. A.-H. Al-Tantawi, S. A. Al-Zaini, S. A. S. Selim [3], K. Ban, M. Kocijancic [4], L. Bryan, S. Daly, K. Hutchinson [5] та ін.) та вітчизняними науковцями (І.О. Мороз, О.Д. Стадник [6] та ін.). Але ними здебільшого розглядаються загальні засади включення нанотехнологій у навчальні програми. Чітко виділити зміст навчального матеріалу, для інтеграції у навчальні програми з фізики, вдалося єгипетським науковцям (R. A.-H. Al-Tantawi, S. A. Al-Zaini, S. A. S. Selim) [3].

Аналіз науково-методичної літератури показав, що на даний час методика викладання основ нанотехнологій у шкільному курсі фізики практично не розроблена. Певні досягнення у цьому питанні знаходимо у роботі S. Stevens та ін. [7]. У книзі висвітлено зв'язки між ідеями нанонауки та чинною

навчальною програмою, розглянуто нові способи подання традиційного змісту дисципліни, релевантного нанонауці.

Таким чином, виникає необхідність розробки методики викладання основ нанотехнологій у курсі шкільної фізики. Процес навчання учнів основ нанотехнологій має бути послідовним, систематичним, тісно пов'язаним з вивченням фізики. Тобто основу ґрунтового вивчення основ нанотехнологій потрібно закладати у 7 класі.

Мета статті – розкрити методичні особливості навчання учнів основ нанотехнологій на уроках фізики у 7 класі.

Виклад основного матеріалу. Перші уроки фізики у 7 класі покликані зацікавити учнів у вивченні даної дисципліни, формувати уявлення про роль фізики у житті людини та її зв'язок з іншими науками. Зокрема слід наголосити на актуальності знань з фізики у розвитку сучасної науки, а саме міждисциплінарного напрямку – нанонауки.

Формуючи в учнів уявлення про фізику як фундаментальну науку про природу, вчителю варто зазначити, що якщо до ХХІ століття науки розвивалися як окремі галузі знань, то сьогодні їх розвиток все тісніше переплітається. Тобто подальший прогрес буде визначатися зближенням чи навіть злиттям подальших наукових досліджень. Дане твердження доцільно проілюструвати наступними прикладами.

Дослідження фізичних основ будови й функціонування живих систем показало, що в основі життєдіяльності всіх відомих нам біологічних об'єктів лежать закони природи, зокрема закони фізики. Так, наприклад, вчені понад 100 років вивчали механізм прилипання мільйона ворсинок, розташованих на лапках геконів, до будь-якої поверхні, по якій переміщуються ці ящірки. Згодом їм вдалося відтворити «ефект гекона» за допомогою синтетичних матеріалів. Завдяки цьому сьогодні протектори шин мають вузькі канавки (ламелі). Саме ламелі допомагають протектору міцно триматися на льоду і на снігу. Стенфордський інженер-механік Марк Каткоскі (Mark Cutkosky), взявши за основу будову лап гекона, створив робота Stickybot III, який може пересуватися по будь-яких поверхнях. Відомий фізик Андрій Гейм у 2003 році винайшов липку стрічку («геко-скотч»), яка на мікрорівні нагадувала будову лапок гекона. Сьогодні «геко-скотч» забезпечує високу силу зчеплення і може бути використаний повторно.

На стику неорганічної хімії та фізики твердого тіла вченим вдалося відкрити явище надпровідності – електричний опір деяких матеріалів стрибком падає до нуля за певної критичної температури близької до абсолютного нуля, як правило дуже низької, і вчені наполегливо працюють над створенням високотемпературних надпровідних матеріалів, у тому числі за допомогою нанотехнологій.

Досить тісно пов'язані між собою фізика і медицина. Наприклад, відомий німецький вчений Юліус Роберт фон Майер проявив себе в обох галузях знань. У 1840-1841 рр. він був корабельним лікарем в експедиції на острів Ява. Під час подорожі вчений помітив, що у матросів колір венозної крові у тропіках значно світліший, ніж у північних широтах. Це свідчить про те, що у спекотних місцевостях для підтримки нормальної температури тіла окислюється менше харчових продуктів у порівнянні з холодними місцевостями. Так Майер встановив залежність між споживанням їжі й утворенням тепла. Він також встановив, що зі збільшенням виконуваної людиною роботи зростає кількість продуктів, що окислюються в організмі людини. Таким чином, Майер припустив, що теплота і механічна робота взаємопов'язані й вперше чітко сформулював закон збереження енергії.

Ґрунтуючись на подібних прикладах вчитель формує в учнів уявлення про те, що сьогодні на стику фізики, хімії і біології активно розвивається міждисциплінарна галузь науки – нанотехнології. Основні дослідження у галузі нанотехнологій зосереджені на створенні надмініатюрних запам'ятовувальних пристроїв, надміцних матеріалів, альтернативних технологій отримання енергії, розробці ліків, які діють на клітинному рівні і т. д.

Під час ознайомлення учнів з основними положеннями атомно-молекулярного вчення про будову речовини доцільно наголосити, що у наш час завдяки побудові атомно-силового мікроскопа науковці отримали можливість маніпулювати окремими атомами. Так Дональд Ейглер зобразив логотип компанії IBM на монокристалі нікелю шляхом нанесення 35 атомів ксенону. Пізніше фізики з університету Базеля на підкладці з ізоляційного матеріалу створили структуру, яка за формою нагадує швейцарський хрест. Це було важливим кроком на шляху удосконалення пристроїв збереження даних.

Вивчаючи одиниці вимірювання фізичних величин вчитель знайомить учнів з кратними й частинними одиницями. При цьому доцільно звернутися до таблиці 1.

Працюючи над таблицею вчитель зазначає, що до ХVІІ століття зусилля більшості науковців були спрямовані на дослідження макросвіту. Проте створення у ХVІІ столітті телескопа і мікроскопа розширило межі пізнання світу, почалося більш ґрунтовне дослідження законів мега- та мікросвіту. Сьогодні, завдяки удосконаленню засобів дослідження, зусилля вчених зосереджені на вивченні об'єктів нанометрового діапазону (від 1 до 100 нм). Такі мініатюрні об'єкти володіють якісно іншими, у порівнянні з традиційними матеріалами, фізичними, хімічними й біологічними властивостями, функціональними та експлуатаційними характеристиками.

Таблиця 1

Кратні й частинні одиниці

Префікс	Символ	Множник		Приклад
тера-	Т	1 000 000 000 000	10^{12}	Зірка Антарес (діаметр $1,25 \cdot 10^{12}$ м)
гіга-	Г	1 000 000 000	10^9	Сонце (діаметр $1,4 \cdot 10^9$ м)
мега-	М	1 000 000	10^6	Місяць (діаметр $3,5 \cdot 10^6$ м)
кіло-	к	1 000	10^3	Еверест (висота $8,8 \cdot 10^3$ м)
гекто	г	100	10^2	Ейфелева вежа (висота $3,2 \cdot 10^2$ м)
деци-	д	0,1	10^{-1}	Баскетбольний м'яч (діаметр $2,4 \cdot 10^{-1}$ м)
санти-	с	0,01	10^{-2}	Перепелине яйце (висота $3 \cdot 10^{-2}$ м)
мілі-	м	0,001	10^{-3}	Мураха (довжина $4 \cdot 10^{-3}$ м)
мікро-	мк	0,000 001	10^{-6}	Еритроцит (діаметр $7 \cdot 10^{-6}$ м)
нано-	н	0,000 000 001	10^{-9}	ДНК (ширина $3 \cdot 10^{-9}$ м)
піко-	п	0,000 000 000 001	10^{-12}	Довжина хвилі гама-випромінювання ($1 \cdot 10^{-12}$ м)

У рамках вивчення теми «Історичний характер фізичного знання. Внесок українських учених у розвиток і становлення фізики» рекомендуємо розглянути досягнення закордонних і вітчизняних науковців у галузі нанотехнологій. При цьому форми організації роботи можуть бути різними: фронтальні чи групові. Як показує власний досвід, більш ефективно буде об'єднати учнів у творчі групи для виконання міні-проектів. Орієнтовні теми проектів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Орієнтовні теми міні-проектів

Тема проекту	Тип проекту	Мета проекту	Завдання проекту
Піонери нанотехнологій	Інформаційно-пошуковий	Виокремити досягнення древніх майстрів у галузі нанотехнологій.	1. Розглянути оптичні особливості кубка Лікурга. 2. Показати досягнення індіанців майя у галузі нанотехнологій. 3. З'ясувати нанотехнологічний секрет дамаської сталі. 4. Показати роль вітражів середньовічних храмів в очищенні повітря.
Родоначальники нанонауки	Інформаційно-пошуковий	Виокремити родоначальників нанонауки й показати їх внесок у розвиток даної галузі знань.	1. Визначити роль Р. Фейнмана у становленні нанонауки. 2. Схарактеризувати роль Н. Танігучі як засновника терміну «нанотехнології». 3. Показати значення книги Е. Дрекслера у розвитку нанотехнологій.
Внесок українських учених у розвиток нанотехнологій	Інформаційно-пошуковий	Визначити внесок українських учених у розвиток нанотехнологій.	1. З'ясувати вклад Б.Є. Патона і Б.О. Мовчана у розробку методу отримання наночастинок металів. 2. Показати внесок А.Г. Наумовця у розвиток нанонауки і нанотехнологій.

Під час вивчення явища інерції доцільно буде сформулювати проблемне запитання: «Чи проявляється явище інерції у мікро- та мегасвіті?». У ході евристичної бесіди учитель підводить учнів до висновку, що явище інерції проявляється не лише у макросвіті, а й у мікро- та мегасвіті. Так, електрон навколо ядра чи між двома послідовними зіткненнями у металах рухається за інерцією, планети й зірки рухаються по своїх орбітах завдяки інерції тощо.

Вивчаючи види деформації рекомендуємо розглянути такі механічні властивості нанооб'єктів, як: міцність та гнучкість. Почати доцільно із запитання «Чи існує сьогодні необхідність створення надміцних та гнучких матеріалів? Якщо так, то для яких сфер життя чи виробництва це актуально». Залучити учнів до обговорення проблемного питання можна за допомогою різних інтерактивних методів («Ротаційні трійки», «Два-чотири-всі разом», «Дерево рішень», метод «Прес» тощо). У результаті учні приходять до висновку, що такі властивості матеріалів, як міцність і гнучкість відіграють важливу роль у наступних сферах життя людини:

- легкій промисловості (виробництво міцних тканин та галантереї, скляних виробів);
- військовій промисловості (виготовлення бронежилетів, військової техніки та зброї);
- медицині (створення протезів, засобів діагностики);
- будівництві (створення міцних і гнучких будівельних матеріалів);
- інформаційних технологіях (гнучкі й міцні сенсорні екрани, мобільні телефони, планшети).

Після цього вчитель повідомляє учням, що деякі із зазначених проблем на сьогодні вдалося вирішити за допомогою наноматеріалів, тобто матеріалів, що містять структурні елементи, геометричні розміри яких хоча б в одному напрямку не перевищують нанотехнологічної межі – 100 нм (від 1 до 100 нм) і володіють якісно іншими фізичними, хімічними, механічними й біологічними властивостями, експлуатаційними та функціональними характеристиками у порівнянні з традиційними матеріалами.

Унікальними властивостями, які визначають перспективи його застосування, володіє графен – шар атомів вуглецю, що утворюють правильні шестикутники, товщиною в один атом. Висока міцність й пружність графену дозволить у майбутньому виготовляти нитки, які здатні утримувати значні вантажі, створювати гнучкі дисплеї для електронних пристроїв, виготовляти лаки й фарби з додаванням графену, що створюватиме захисний шар тощо.

Значні перспективи застосування сьогодні мають фулерени – порожнисті молекули з атомів вуглецю, які об'єднані у правильні багатогранники. Модифікація сталі, алюмінію і т. п. фулеренами значно підвищує їх міцність та зносостійкість, що дозволить полегшити конструкції космічних кораблів, авіакораблів тощо. Чавун із додаванням фулеренів стає пластичним.

Варто також розказати про вуглецеві нанотрубки – порожнисті протяжні молекули, утворені шаром атомів вуглецю, які об'єднані у правильні шестикутники. Принциповою відмінністю вуглецевих нанотрубок, у порівнянні з іншими волокнистими матеріалами, є поєднання жорсткості, міцності і пружності. Американським ученим вдалося виготовити пряжу і тканини на основі вуглецевих нанотрубок. Такі тканини можуть витримувати значний механічний вплив. Передбачається, що дане відкриття можна буде використовувати у виготовленні спецодягу для пожежників, рятувальників, космонавтів тощо. Китайські вчені синтезували матеріал на основі вуглецевих нанотрубок, який за міцністю значно перевищує всі наявні на сьогодні матеріали. Передбачається широке застосування даного матеріалу у виробництві захисних плівок для військової техніки, космічних апаратів, спортивного інвентарю тощо.

Наступний етап у формуванні в учнів уявлень про нанотехнології пов'язаний із вивченням сил тертя. Розглядаючи природу сил тертя, вчитель акцентує увагу учнів на тому, що причиною виникнення сил тертя є сили взаємодії між частинками, з яких складається речовина, а також шорсткість поверхні. У зв'язку з цим виникає запитання, чи діють сили тертя у наносвіті. Обговорення цього проблемного питання рекомендуємо організувати за допомогою інтерактивних методів (метод «Прес», «Шкала думок», «Ротаційні трійки», робота у групах тощо). При цьому, учні можуть користуватися ІКТ для пошуку необхідної інформації. Узагальнюючи відповіді учнів, вчитель звертає увагу на те, що донедавна вважали, що закони тертя для макросвіту не діють у наносвіті. Проте у 2009 році вчені Університету Вісконсин-Медісон довели справедливості класичних законів для наноструктур. Так вчені показали, що: сила тертя лінійно залежить від кількості атомів, які взаємодіють; зі зменшенням адгезії (зчеплення різнорідних поверхонь твердих чи рідких тіл) між поверхнями, що контактують, відбувається перехід від нелінійної до лінійної залежності сили тертя від навантаження; у наномасштабі сила тертя залежить від шорсткості поверхні [8]. Дане відкриття має важливе значення для проектування мініатюрних пристроїв з оптимальними механічними характеристиками.

Завершуючи курс фізики 7 класу, доцільно буде запропонувати учням написати есе чи підготувати проект на одну із запропонованих тем, які стосуються сучасного етапу розвитку фізики. Перелік тем має включати й нанотехнологічну тематику, наприклад: «Чому наносвіт зачіпає майже всі галузі науки?», «Нанонаука – ключ до майбутнього», «Перспективи нанонауки в Україні» і т. д.

Висновки. Оновлення змісту природничої освіти неможливе без включення у навчальні програми перспективного міждисциплінарного напрямку – нанотехнології. Формування в учнів знань про нанонауку і нанотехнології має відбуватися поступово і систематично. Перші кроки на цьому шляху необхідно робити уже в 7 класі. Таким чином, в учнів формуватиметься цілісна картина світу та уявлення про нерозривний зв'язок між галузями науки.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у визначенні методичних особливостей навчання учнів основ нанотехнологій у курсі фізики 8-11 класів.

Список використаних джерел

1. Фізика 7-9 клас. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. [Електронний ресурс]. URL: <http://mon.gov.ua/content/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2017/06/12/1/7-fizika.doc> (дата звернення: 19.11.2017).
2. Фізика 8-9 клас. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики. [Електронний ресурс]. URL: [http://old.mon.gov.ua/img/zstored/files/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0\(1\).doc](http://old.mon.gov.ua/img/zstored/files/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0(1).doc) (дата звернення: 19.11.2017)
3. Selim S. A. S., Al-Tantawi R. A.-H., Al-Zaini S. A. Integrating nanotechnology concepts and its applications into the secondary stage physics curriculum in Egypt // European Scientific Journal. 2015. vol.11. №12. P. 193-212.

4. Ban K., Kocijancic S. Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula // 2nd World Conference on Technology and Engineering Education (5-8 September 2011, Ljubljana, Slovenia). Ljubljana, 2011. P. 78-83.
5. Daly S., Hutchinson K., Bryan L. Incorporating nanoscale science and engineering concepts into middle and high school curricula // Proceedings of the Annual Conference of the American Society for Engineering Education (June 24th- 27th, Honolulu, Hawaii). Honolulu, 2007.
6. Нанотехнології в освітній галузі: [колект. монографія] / за заг. ред. І.О. Мороза. Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2016. 244 с.
7. The Big Ideas of Nanoscience / S.Stevens, L. A. Sutherland, P. Schank, J. Krajcik. Arlington, Virginia: NSTA Press, 2009. 203 p.
8. Mo Y. Turner K.T., Szlufarska I. Friction laws at the nanoscale // Nature. 2009. №457. P. 1116–1119.

References

1. Physics for 7-9 forms. The curriculum for secondary schools approved by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine from 07.06.2017 № 804. [Electronic resource]. URL: <http://mon.gov.ua/content/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2017/06/12/1/7-fizika.doc> (application date: 19.11.2017). (in Ukrainian)
2. Physics for 8-9 forms. The curriculum for secondary schools with profound studying of physics. [Electronic resource]. URL: [http://old.mon.gov.ua/img/zstored/files/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0\(1\).doc](http://old.mon.gov.ua/img/zstored/files/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0(1).doc) (application date: 19.11.2017). (in Ukrainian)
3. Selim S. A. S., Al-Tantawi R. A.-H., Al-Zaini S. A. Integrating nanotechnology concepts and its applications into the secondary stage physics curriculum in Egypt // European Scientific Journal. 2015. vol.11. №12. P. 193-212. (in English)
4. Ban K., Kocijancic S. Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula // 2nd World Conference on Technology and Engineering Education (5-8 September 2011, Ljubljana, Slovenia). Ljubljana, 2011. P. 78-83. (in English)
5. Daly S., Hutchinson K., Bryan L. Incorporating nanoscale science and engineering concepts into middle and high school curricula // Proceedings of the Annual Conference of the American Society for Engineering Education (June 24th- 27th, Honolulu, Hawaii). Honolulu, 2007. (in English)
6. Nanotechnology in the educational field: [collective monograph] / under the general editorship I.O. Moroza. Sumy: Publishing house SSPU named after A. Makarenko, 2016. 244 p. (in Ukrainian)
7. The Big Ideas of Nanoscience / S.Stevens, L. A. Sutherland, P. Schank, J. Krajcik. Arlington, Virginia: NSTA Press, 2009. 203 p. (in English)
8. Mo Y. Turner K.T., Szlufarska I. Friction laws at the nanoscale // Nature. 2009. №457. P. 1116–1119. (in English)

METHODICAL FEATURES OF TEACHING OF PUPILS OF NANOTECHNOLOGIES AT PHYSICS LESSONS IN 7 FORMS

Yuliia Tkachenko

Sumy State Pedagogical University named after A. Makarenko, Ukraine

Abstract. The article substantiates the necessity to include the multidisciplinary direction – nanotechnology in the curriculum of physics in order to update the content of science education. The methodical features of the teaching of pupils of nanotechnologies at physics lessons in 7th form are revealed. The article defines the place of the basis of nanotechnology in the physics curriculum for the 7th form pupils. Methodical features of carrying out the first lessons of physics taking into account the nanotechnological component in the 7th form are revealed. The methodical features of the teaching of nanophysics and nanotechnology in the sections «Mechanical motion» and «Interaction of bodies. Power» is determined. The article focuses on the use of non-traditional teaching methods (methods of problem learning, interactive methods, and method of a project), information and communication technologies, and virtual environment in studying relevant issues of nanotechnology. The interdisciplinary character of nanotechnologies and the role of nanotechnological components in the formation of a coherent picture of the world are noted.

Key words: nanotechnology, course of school physics, methodical features of the teaching of nanotechnologies, curriculum.