

УДК 1:373.5.091.3:53

DOI 10.31494/2412-9208-2022-1-3-164-171

ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF THE IDEAS ABOUT NANOTECHNOLOGIES OF GENERAL SECONDARY EDUCATION STUDENTS

СУТНІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА УЯВЛЕНЬ ПРО НАНОТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБУВАЧІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Viktoriia BONDARENKO,
assistant

Вікторія БОНДАРЕНКО,
АСИСТЕНТ

viktoriabondarenko1995@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5158-4438>

Berdiansk State Pedagogical
University,
✉ 4, Schmidt st., Berdiansk,
Zaporizhzhia region, 71100, Ukraine

Бердянський державний
педагогічний університет,
✉ вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ,
Запорізька обл., 71100, Україна

Original manuscript received: November 14, 2022

Revised manuscript accepted: November 30, 2022

ABSTRACT

In the context of the development of physical education, there is a problem of formation of ideas about nanotechnology of students of general secondary education, which requires its thorough research. The methodology of the research includes the analysis of legal documents, psychological and pedagogical literature and scientific research to determine the essential characteristics of the main concepts, such as: «perception», «perception of nanotechnology», «perception of nanotechnology of students of general secondary education».

It was found that representations are divided into two groups depending on the impact on the subject's sense organs and perform signaling, regulatory and tuning functions in its implementation. They begin to function in a problem situation, which can have varying degrees of certainty, helping to predict the consequences of an event, solve complex problems, rationally evaluate circumstances, search for cause-and-effect relationships, and act in an environment with incomplete information.

The interpretation of the terms with the prefix «nano-», in particular «nanotechnology», which in the general sense is defined as the influence on matter at the level of individual molecules and atoms, is given. It has been established that nanotechnologies provide an opportunity to create and modify nanomaterials in a controlled manner, as well as to integrate them into fully functioning larger-scale systems. Thus, the main task of nanotechnologies is to obtain nanomaterials with a given structure and properties and their use for a specific purpose.

Emphasis is placed on the need for students of general secondary education to realize the role of nanotechnology in science, production and various spheres of human activity, which leads to the activation of imagination as an important cognitive process.

The possible ways of forming ideas about nanotechnology among students of general secondary education are highlighted: updating the content of physics regarding the physical properties of nanomaterials and the use of nanodevices; coverage of historical facts that lead to changes in the perception of the physical picture of the world; implementation of a separate course on nanotechnology, etc.

Key words: students of general secondary education, nanotechnology, imagination, physical education.

Вступ. Дослідження й створення структур і об'єктів із заданими властивостями на нанорівні входить до найважливіших технологічних проблем сучасної науки і техніки. Фахівці більшості високорозвинених країн припускають, що найближчі десятиліття стануть епохою нанотехнологій, яку розглядають як третій етап науково-технічної революції. Оволодіння нанотехнологіями визначатиме рівень розвитку суспільства в сегментах промисловості, економіки та соціальної сфери.

Саме тому очікується від системи освіти формування в молоді уявлень про сучасний розвиток науки і техніки. Відтак упровадження нанотехнологій потребує певного перегляду нових підходів до фізичної освіти, зокрема підготовка здобувачів загальної середньої освіти до сприйняття і розуміння сучасних технологій передбачає оновлення змісту навчання фізики у контексті мікро- і нано- систем.

Нанонаука має свою специфічну систему термінів, яка ще проходить стадію формування. Список термінів з префіксом «нано» завжди доповнюється й розширюється. У багатьох країнах ведеться розробка стандартів, що стосуються нанотехнологій. Візьмемо міжнародну організацію по стандартизації (ISO) (об'єднує 157 національних організацій), яка в 2005 році створила допоміжну комісію з розробки стандартів нанотехнологій (ISO / TC 229).

Різні аспекти сутності уявлень фізико-технічної картини навколишнього середовища здобувачами загальної середньої освіти розглядаються багатьма вітчизняними науковцями та представниками педагогічної спільноти. Однак, у теорії та методиці навчання фізики практично відсутні дослідження, які висвітлюють методичні аспекти формування в школярів знань про сучасний стан розвитку фізичної науки. У поодиноких публікаціях вітчизняних науковців (М. Садового) розглядаються окремі аспекти вказаної проблеми та наголошується на доцільності використання курсів для вивчення питань нанотехнологій у закладах загальної середньої освіти.

Аналіз науково-методичної літератури, а також педагогічного досвіду дозволяє виявити проблеми розробки та впровадження відповідного розділу з фізики в освітній процес здобувачів загальної середньої освіти, зокрема: не розкрита сутність вивчення питань; не розроблені відповідні навчальні програми, їх викладання також не має методичного та матеріально-технічного забезпечення. Отже, проблема формування уявлень про нанотехнології в здобувачів загальної середньої освіти як стратегічного напрямку фізичної освіти постає актуальною для сьогодення.

Метою статті є теоретичне обґрунтування сутнісної характеристики уявлень про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти. Відповідно до цілей визначено такі **завдання**: на основі аналізу нормативних документів, сучасної теорії та практики розкрити особливості уявлення про нанотехнології; виокремити поняття «уявлення», «уявлення про нанотехнології», «уявлення про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти».

Методи та методика дослідження. Методи дослідження включають аналіз нормативно-правових документів, психолого-педагогічної літератури, наукові дослідження з метою визначення

сутності поняття «уявлення», «уявлення про нанотехнології», «уявлення про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти».

Результати та дискусії. Невід'ємною частиною людського життя є уявлення – знання, розуміння, чуттєві образи тих предметів і явищ, які людина раніше сприймала. Ідеї виникають із чуттєвих сприймань, але на відміну від них не мають безпосереднього відношення до предметів. Формування уявлень не вимагає безпосереднього впливу речей на органи чуття. Сприймання – це відображення предметів і явищ у їх наочній цілісності, формувати уявлення про предмети на основі сприйняття і відчуттів [2].

Вважається, що існує візуальна, слухова, нюхова, тактильна, смакова і кінестетична уява. Саме слово уява асоціюється з візуальним уявленням, оскільки зір відіграє найбільшу роль у нашому сприйнятті світу. Зорове уявлення – це створення візуального зображення того, чого не бачиш [1]. Такі образи можуть відображати події, факти, явища, свідком яких людина не була; об'єкти, яких вона безпосередньо не сприймала і не сприймає. Отже, уявлення поділяються на дві групи: 1) розуміння чогось, знання чогось на основі досвіду, отриманої інформації, деяких даних тощо; 2) зоровий образ реального предмета чи явища, що зберігається і відтворюється у свідомості людини поза її безпосередньою дією на органи чуття [3].

Уявлення виконують такі функції: сигнальна – відображення в кожному конкретному випадку образу предмета та різноманітної інформації про нього; регулятивна – відбір потрібної інформації про предмет або явище, який здійснюється не абстрактно, а з урахуванням реальних умов майбутньої діяльності; актуалізація уявлень. Виходячи з цього, завдання буде вирішено з максимальним успіхом. Регульований – орієнтація діяльності в залежності від характеру впливів навколишнього середовища; забезпечення певного ефекту, що сприяє формуванню алгоритму діяльності [5].

Уявлення починають функціонувати в проблемній ситуації, що може мати різні ступені визначеності. Якщо проблемна ситуація цілком окреслена і в процесі усвідомлення перетворюється на означену задачу, то її розв'язування підпорядковане переважно законам мислення. Роль уявлень тут незначна. Коли ж проблемна ситуація є недостатньо визначеною і перевести її в задачу не вдається, тоді на допомогу приходять уявлення [5]. Їх цінність полягає в тому, що, доповнюючи ситуацію, вони дають змогу прийняти рішення і знайти вихід навіть за відсутності належної повноти інформації для мислення. Але в цьому і слабкість такого вирішення. Намічені шляхи є часто недостатньо чіткими і точними. Тому одержаний розв'язок може бути далеким від дійсності [5].

Отже, уявлення допомагають передбачати наслідки події, вирішувати складні проблеми, раціонально оцінювати обставини, шукати причинно-наслідковий зв'язок та діяти в середовищі з неповною інформацією [5].

Зустрічаючись з невідомим, людина починає аналізувати, синтезувати, порівнювати те, що вона сприймає, з минулим досвідом, і на цій основі намагається проникнути в суть відповідних явищ. У цьому їй допомагає не лише мислення, а й уявлення, які проявляються у відтворенні цілісного образу з доповнюваними недостатніми елементами [5].

Уявлення мають певні особливості, як-то: 1) виникають і розвиваються в процесі діяльності та дають змогу передбачити заздалегідь не тільки результат праці, а й його проміжні форми; 2) відносяться до пізнавальних процесів та нерозривно пов'язані з процесами пам'яті, їх специфіка полягає в переробленні минулого досвіду, що зберігається у формі образів і понять; 3) стимулюються завдяки пошукванню раніше утворених тимчасових зв'язків – асоціацій та збагачують нові образи, роблять їх продуктивнішими; 4) мотивуються потребами особистості завдяки яскравому уявленню ситуації, у якій ця потреба може бути задоволена; 5) наближаються до сприйняття, але ніколи не можуть сповна зрівнятися з ними і тим більше заміняти їх; 6) відрізняються фрагментарністю (не передають з однаковою яскравістю всі риси і ознаки об'єктів) та мінливістю (почергово певні деталі виступають на передній план) [5].

Виникнення уявлень полегшується, коли вони мають опору в сприйняттах. Уявлення – не просто наочні образи дійсності; вони завжди певною мірою узагальнені образи дійсності. Узагальнення є не лише в тих уявленнях, які відносяться до цілої групи схожих предметів, але і в уявленнях будь-якого індивідуального предмета. Цей узагальнений образ характеризується перш за все тим, що в ньому підкреслені з найбільшою яскравістю постійні ознаки об'єкта і, з іншого боку, відсутні або представлені дуже невиразно ознаки, характерні для окремих сприймань, якими є уявлення. Рівень узагальнення, що міститься в уявленнях, може бути різним. Уявлення, що характеризуються великою мірою узагальнення, називаються загальними уявленнями.

Отже, в конкретно образній формі уявлення забезпечують особистості можливість відображення, що випереджає дійсність. Створюючи психічну модель проміжних і кінцевих результатів, вони орієнтують людину в процесі діяльності.

При вивченні фізики уява допомагає «оживити» абстрактні поняття, наповнити формули конкретним змістом. Поряд із відчуттями, сприйманнями, пам'яттю і мисленням уява є одним із важливих пізнавальних процесів [6].

Зокрема, фізична картина світу – це здатність людини усвідомлювати контекст фізичних знань. В основі пояснення явищ природи з точки зору фізики лежать фундаментальні фізичні поняття і принципи. До найбільш загальних фундаментальних понять фізичного опису природи належать матерія, рух, фізична взаємодія, простір і час, причинно-наслідкові зв'язки, місце та роль людини у світі.

Розвиток фізики приніс не лише фундаментальні зміни в уявленні про матеріальний світ. Нанотехнології сьогодні вже дозволили створити нові фізичні матеріали, наприклад, квантові точки, які є революційними електронними пристроями. З'являються більш ефективні комп'ютери й телевізори з високою роздільною здатністю екрана, а матеріал «графен» можна використовувати для створення різноманітних речей – від найлегших протезів до надпровідного дроту. Сучасна робототехніка – це не тільки роботи, а й безпілотники та наземні роботи, що є незамінними у військовій галузі та мирному житті [6].

Отже, поширення набули такі терміни з префіксом «нано», як «нанотехнологія», «наноелектроніка», «нанофізика», «наноматеріали». Нано-десятьковий префікс (в перекладі з грецького *nanos* – «карлик»), що означає одну мільярдну частину будь-якої величини або префікс у системі одиниць SI, що означає множник 10^{-9} , затвердженій 1960 року. Найчастіше використовується для вимірювання часу (наносекунда) або відстані (нанометр) в основному в комп'ютерах та електроніці.

Наука про малорозмірні об'єкти (*nanoscience*) – це сукупність знань про властивості речовин та явищ у нанометровому масштабі [4]. На сьогодні основними її галузями є: наноматеріали, наноінструменти, наноелектроніка, мікроелектромеханічні системи і нанотехнології.

Нанотехнології визначаються як вплив на речовину на рівні окремих молекул і атомів; широкий набір наукових, технологічних і виробничих напрямків, які об'єднуються в єдину технологічну культуру [6]; уміння цілеспрямовано створювати та використовувати матеріали, пристрої та системи, структурні елементи яких мають розмір приблизно 1-100 нм; сукупність методів маніпулювання речовиною на атомному або молекулярному рівні з метою отримання наперед заданих властивостей [6].

До нанотехнологій відносять технології, що забезпечують можливість контролювано створювати і модифікувати наноматеріали, а також здійснювати їх інтеграцію в повноцінно функціонуючі системи більшого масштабу. Нанотехнології вміщують: атомне сполучення молекул, локальну стимуляцію хімічних реакцій на молекулярному рівні тощо. Процеси нанотехнології підлягають законам квантової механіки [6].

Основними завданнями нанотехнологій є: отримання наноматеріалів із заданою структурою і властивостями; застосування наноматеріалів за певним призначенням із урахуванням їх структури і властивостей; контроль (дослідження) структури і властивостей наноматеріалів як у ході отримання, так і в період їх застосування [6].

На сьогодні отримана широка та досить систематизована інформація про консолідовані наноматеріали. Відомості про інші різновиди наноматеріалів, включаючи наночастинки і нанопорошки, обмежені даними про синтез та фізичні характеристики.

Основні переваги наноб'єктів і наноматеріалів полягають у тому, що через малі розміри в них проявляються нові особливі властивості, не характерні цим речовинам у масивному стані [6].

Властивості наноматеріалів визначаються їх структурою, для якої характерна велика кількість меж поділу (межі зерен і потрійних стиків – лінії стикування трьох зерен). Вивчення структури є одним із найважливіших завдань наноструктурного матеріалознавства. Основний елемент структури – зерно або кристаліт [6].

Наразі ця галузь потужно розвивається у трьох напрямках: виготовлення електронних схем (зокрема й об'ємних) з активними елементами, розміри яких порівняно з розмірами одиничних молекул або атомів; розроблення і виготовлення наномашин, тобто механізмів і

роботів розміром з молекулу; безпосередня маніпуляція атомами і молекулами та складання з них мікроконструкцій.

Нанотехнології ще перебувають у стадії початкового розвитку, проте вже зараз можливостей наявних технологій достатньо, аби спорудити із кількох молекул деякі прості механізми, які, керуючись сигналами, що управляють зовні (акустичними, електромагнітними та ін.), зможуть маніпулювати іншими молекулами і створювати собі подібні пристрої або складніші механізми.

Здобувачі загальної середньої освіти мають розуміти роль нанотехнологій у науці, виробництві, різних сферах людської діяльності. Окрім того, у навчальні програми з фізики доцільно вводити додатковий матеріал щодо фізичних властивостей наноматеріалів та застосування наноприладів. Так, наприклад, щоб зрозуміти науковий і прикладний сенс нанотехнологій, краще відразу дистанціюватися від надмірно популярної наочності й навести вагомі за смыслом величини, наприклад: умовний діаметр атома водню – 0,05 нм, золота – 0,3 нм, товщина нитки ДНК – 2 нм і т.д. Тобто масштаб нанотехнологічних операцій – це масштаб атомно-молекулярного світу (раніше його називали мікросвітом, а тепер цілком закономірно можна вважати наносвітом).

Варто розкривати історичні факти, що зумовлюють зміни в уявленні фізичної картини світу: створення сканувального тунельного мікроскопа і сканувального атомно-силового мікроскопа (Нобелівська премія з фізики 1992 року) з отримання зображення окремих атомів у кристалі та їх переміщення чи переставлення в потрібному порядку; відкриття невідомої раніше просторової (молекулярної) форми існування вуглецю – фулеренів (Нобелівська премія з фізики 1996 року), що дозволяє створювати тривимірні структури [5].

Зміна уявлення здобувачів загальної середньої освіти про матеріали та системи із заданими якостями з рівня атомів і молекул створює розуміння того, що наноматеріали мають зовсім не такі хімічні, фізичні та біологічні властивості, як звичайні матеріали. Прикладом може бути висока реакційна здатність наноструктур у навколишньому середовищі та харчових продуктах, можливості глибокого проникнення в печінку, мозок, легені та інші органи людини; зв'язування та перенесення наночастинок деяких особливо небезпечних забруднюючих домішок; золото, яке з найдавніших часів цінувалося за свою хімічну інертність, стає високо реактивним, коли готується у вигляді наночастинок [7].

Досвід вивчення уявлень про нанотехнології у школах різних країн світу дає можливість виділити два основні шляхи в цьому напрямку: 1) предмет розбивається на частини, що вводяться в курси хімії, фізики та біології без виділення окремої дисципліни; 2) вивчається окремий курс з нанотехнологій, що орієнтується на розвиток в учнів інтересу до пізнання фізичних природних явищ та закономірностей, формування навичок самостійно вивчати фундаментальні основи наук.

Висновки. Уявлення поділяються на дві групи залежно від здійснення впливу на органи відчуття суб'єкта діяльності та виконують

сигнальну, регулятивну та налаштувальну функції в її реалізації. Вони починають функціонувати в проблемній ситуації, що може мати різні ступені визначеності, допомагати передбачати наслідки події, вирішувати складні проблеми, раціонально оцінювати обставини, шукати причинно-наслідковий зв'язок та діяти в середовищі з неповною інформацією [7]. Уявлення постають важливим пізнавальним процесом, що сприяє усвідомленню та розумінню здобувачами загальної середньої освіти фізичної картини світу, зокрема про нанотехнології та їх роль у сучасному вимірі. Перспективи подальших досліджень спрямовуємо на визначення основних конструктів уявлень про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти.

Література

1. Мороз І. Нанотехнології в освітній галузі. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2016. 36 с.
2. Делоне Н. Школі потрібна сучасна фізика. Фізика в школі. 2018. С. 189.
3. Завражна О., Пасько О., Салтикова А. Основи нанотехнологій : навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів. Суми: Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2016. 182 с.
4. Каленик М. Методика вивчення питань сучасної фізики. Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах : матеріали I Міжрегіональної науково-методичної конференції / за ред. О. М. Завражної. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2019. С. 25–26.
5. Ляшенко О. Зміст фізичної освіти: яким йому бути? Науково-методичний журнал «Педагогічна преса». 2019. № 6. С. 3–6. 318
6. Стадник О., Мороз І., Шкурдода Ю., Яременко О. Розвиток наоосвіти – один із чинників забезпечення переходу на шостий технологічний уклад. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. пр.* Вип. 3. Бердянськ : ФОП Ткачук О.В., 2015. С. 324–330.
7. Пустовий О. М. Значення сучасних наукових досягнень у формуванні наукового світогляду майбутніх учителів з фізики. *Науковий часопис Національного педагогічного 234 університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи.* Київ, 2019. С. 245–249.

References

1. Moroz, I. (2016). *Nano tekhnologii v osviti galuzi* [Nanotechnology in the field of education]. Sumy : Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. [in Ukrainian].
2. Delaunay, N. (2018). *Shkoli potrebna sychasna fizika* [The school needs modern physics]. *Fizyka v shkoli – Physics in school*, 1, 5-18 [in Ukrainian].
3. Zavrzhna, O., Pasko, O., Saltykova, A. (2016). *Osnovy nanotehnologii: navchalno-metodychni posibnik dlya vchiteliv ta studentiv* [Fundamentals of nanotechnology: a teaching and methodical guide for teachers and students of pedagogical universities]. Sumy : Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. [in Ukrainian].
4. Kalenyk, M. (2016). *Metodika vivchennya pitan sychasnoi fiziki* [Methodology of studying issues of modern physics]. *Theoretical-methodichni zasady vivchennya sychasnoi fiziki ta nanotehnologii y zagalnoosvitnya ta vichih zakladah – Theoretical and methodological principles of the study of modern physics and nanotechnologies in general education and higher educational institutions : materials of the 1st Interregional*

scientific and methodological conference, edited by O. M. Zavrznaya. Sumy : Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 25-26. [in Ukrainian].

5. Lyashenko, O. (2019) *Zmist fizichnoi osviti: yakim yomu byti* [The content of physical education: what should it be?]. *Naukovo-metodychnyy zhurnal «Pedahohichna presa» – Scientific and methodological journal «Pedagogical Press»*, 92, 3-6 [in Ukrainian].

6. Stadnyk, O., Moroz, I., Shkurdoda, Yu., Yaremko, O. (2015). *Rozvitok nanoosvity – odin iz chinnikiv zabezpechennya perehody na shostyi tehnologichnyi ukklad* [The development of nano-education is one of the factors of ensuring the transition to the sixth technological order]. *Naukovi zapysky Berdyans'koho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky: zb nauk. pr. – Scientific papers of Berdiansk State Pedagogical University. Series: Pedagogical sciences*, 3, 324-330 [in Ukrainian].

7. Pustoviy, O. (2019) *Znachennya suchasnyh naukovykh dosyagnen u formyvanni naukovogo svitoglyadu maibutnih vchyteliv z fizyky* [The value of modern scientific achievements in the formation of the scientific outlook of future physics teachers]. *Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 5. Pedahohichni nauky: realiyi ta perspektyvy – Scientific journal of the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanova. Series 5. Pedagogical sciences: realities and prospects*, 245–249. [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У контексті розвитку фізичної освіти постає проблема формування уявлень про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти, що потребує її ґрунтовного дослідження. Методика проведення дослідження містить аналіз нормативно-правових документів, психолого-педагогічної літератури та наукових напрацювань для визначення сутнісних характеристик основних понять, як-то: «уявлення», «уявлення про нанотехнології», «уявлення про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти».

Виявлено, що уявлення поділяються на дві групи залежно від здійснення впливу на органи відчуття суб'єкта діяльності та виконують сигнальну, регулятивну та налаштувальну функції в її реалізації. Вони починають функціонувати в проблемній ситуації, що може мати різні ступені визначеності, передбачати наслідки події, вирішувати складні проблеми, раціонально оцінювати обставини, шукати причинно-наслідковий зв'язок та діяти в середовищі з неповною інформацією.

Наведено трактування термінів з префіксом «нано-», зокрема «нанотехнологія», що в загальному розумінні визначається як вплив на речовину на рівні окремих молекул і атомів. Встановлено, що нанотехнології забезпечують можливість створювати і модифікувати наноматеріали, а також здійснювати їх інтеграцію в повноцінно функціонуючі системи більшого масштабу. Так, основним завданням нанотехнології є отримання наноматеріалів із заданою структурою і властивостями та їхнє застосування за певним призначенням.

Наголошено на необхідності усвідомлення здобувачами загальної середньої освіти ролі нанотехнологій у науці, виробництві та різних сферах людської діяльності, що зумовлює активізацію уяви як важливого пізнавального процесу.

Виокремлено можливі шляхи формування уявлень про нанотехнології здобувачів загальної середньої освіти: оновлення змісту фізики щодо фізичних властивостей наноматеріалів та застосування наноприладів; освітлення історичних фактів, що зумовлюють зміни в уявленні фізичної картини світу; впровадження окремого курсу з нанотехнологій тощо.

Ключові слова: *здобувачі загальної середньої освіти, нанотехнології, уявлення, фізична освіта.*