

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання

Допущено до захисту
Завідувач кафедри

_____ Слюсаренко М.А.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«_____» _____ 2023 р.

Реєстраційний номер № _____

«_____» _____ 2023 р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ТЕМИ «ЗМОЧУВАННЯ ТА ПЕРЕНОС РІДИН
ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОСТРУКТУРАМИ» ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ
УЧНЯМИ ЛІЦЕЇВ У НАУКОВО-ДОСЛІДНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ МАН

Кваліфікаційна робота студентки
групи ФМм-22

ступінь вищої освіти *магістр*

спеціальності 014 *Середня освіта*
(Фізика)

Даниличенко Людмили Сергіївни

Керівник:

доктор фізико-математичних наук,
професор,

професор кафедри фізики та
методики її навчання

Балабай Руслана Михайлівна

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS _____ Кількість балів _____

Голова ЕК _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК комісії:

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

Кривий Ріг –2023 р.

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Даниличенко Людмила Сергіївна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ I. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ РОБОТИ УЧНІВ	7
1.1. Основи проведення науково-дослідницької роботи учнів МАН	7
1.2. Всеукраїнський конкурс-захист науково дослідних робіт обдарованих учнів МАН.....	23
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	32
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА НА ТЕМУ «ЗМОЧУВАННЯ ТА ПЕРЕНОС РІДИН ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОСТРУКТУРАМИ»	33
2.1 Поведінка потоку рідин в нанорозмірних обмежених просторах	33
2.2. Перенос рідин всередині вуглецевих нанотрубок – розрахунки із перших принципів	37
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	51
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ВСТУП

Однією з форм роботи з творчо обдарованою молоддю є Мала академія наук України (МАН України), де виховано багато талановитих учених, державних діячів, творчих особистостей різних фахів. Результатом плідного навчання учня в МАН є написання під керівництвом ученого або вчителя-предметника науково-дослідницької роботи, з якою діти виступають на наукових конференціях, колоквіумах, захищають під час конкурсу-захисту. Системність у роботі з обдарованими дітьми щодо розвитку їх науково-дослідницьких здібностей забезпечить введення до навчальних планів закладів освіти, в першу чергу ліцеїв та гімназій, спецкурсу (факультативу) „Основи наукових досліджень”, головним завданнями якого є формування в учнів глибоких теоретичних знань про суть науково-дослідницької діяльності; оволодіння ними методології наукового пізнання; вироблення вміння підготовки наукових рефератів, статей, підготовки та виголошення наукових доповідей; формування навичок роботи з науковою та довідниковою літературою; ознайомлення з сучасними методами наукових досліджень. З іншого боку, такий факультатив допоможе самім освітянам-викладачам розвиватися професійно, знаходити методичні матеріали, залучати до науково-дослідницької діяльності здібних учнів відповідно до їхніх наукових інтересів, навчати учнів роботи з науковою літературою, формувати культуру наукового дослідження, знайомитися та співпрацювати з представниками науки

Тому метою даного дослідження є покращення власної (авторки роботи) фахової компетентності: оволодіння методикою впровадження дослідницької діяльності учнів у процес викладання природничих дисциплін; власне виконання науково-дослідницької роботи у співпраці з науковцями, зміст якої буде використаний учнями як приклад або як методична розробка актуальної теми «Змочування та перенос рідин вуглецевими наноструктурами» для застосування у своїй науково-дослідницькій роботі.

Для досягнення цієї мети поставлені наступні **завдання**:

1. Визначити загальні відомості про Малу академію наук України та вказати її призначення як цілісної, багаторівневої системи виявлення та відбору обдарованих дітей, створення умов для професійного самовизначення особистості, виховання майбутньої творчої та наукової еліти України.

2. Виділити визначний захід діяльності Малої академії наук України - щорічне проведення Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів .

3. Обрати наукову тему із питань матеріалознавства для створення методичної розробки щодо проведення закінченого наукового дослідження.

4. Здійснити науково-дослідницьку роботу на тему «Змочування та перенос рідин вуглецевими наноструктурами», технологічний ланцюжок виконання якої включав би традиційні етапи: діагностичний етап, теоретичний, етапи виконання та оцінки результатів.

Об'єктом дослідження є організація науково-дослідної діяльності учнів через власні наукові розвідки вчителя.

Предметом дослідження є здійснення наукового дослідження на тему «Змочування та перенос рідин вуглецевими наноструктурами», зміст якого буде використаний учнями як приклад або як методична розробка актуальної проблеми для застосування у своїй науково-дослідницькій роботі.

Структура роботи: вступ, два розділи, висновки до розділів, загальні висновки, список використаних джерел. Загальний обсяг роботи – 57 сторінок.

Вважаю за потрібне висловити подяку аспірантці кафедри фізики та методики її навчання Барилці Альоні Григорівні за допомогу під час виконання розрахунків із перших принципів переносу рідин всередині вуглецевих нанотрубок, результати яких увійшли в магістерську роботу.

РОЗДІЛ І. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ РОБОТИ УЧНІВ

1.1. Основи проведення науково-дослідницької роботи учнів МАН

Національний центр «Мала академія наук України» – середовище для талановитих дітей. Унікальна освітня система забезпечує організацію і координацію науково-дослідницької діяльності учнів, створює умови для їх інтелектуального, духовного, творчого розвитку та професійного самовизначення, сприяє нарощуванню наукового потенціалу країни [1, 2]. Діяльність МАН спрямована на виявлення, розвиток і підтримку обдарованих, здібних до науки учнів.

Основні напрями роботи МАН:

- залучення до науково-дослідницької діяльності здібних учнів відповідно до їхніх наукових інтересів;
- навчання учнів роботи з науковою літературою, формування культури наукового дослідження;
- знайомство та співпраця з представниками науки, надання практичної допомоги учням у здійсненні експериментальної та дослідницької роботи;
- організація індивідуальних консультацій проміжного та підсумкового контролю в процесі наукових учнівських досліджень;
- залучення наукових працівників до керівництва науковими роботами учнів;
- підготовка, організація та проведення районного етапу конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН.

Організація науково-дослідницької роботи (НДР) учнів МАН, включає деякі аспекти, які можуть бути узагальнені в методичних рекомендаціях. Самостійна робота учнів, при виконанні наукового дослідження, виходить на новий рівень, і відповідним чином змінюється значення науково-

дослідницької роботи. Підготовка наукової роботи передбачає значний ступінь відповідальності учня за її виконання.

Дослідницька діяльність дітей та учнівської молоді (ДД) – діяльність, безпосередньо пов'язана з вирішенням творчого, дослідницького завдання, яке не має наперед відомого результату (у різних галузях науки, техніки, мистецтва) та передбачає етапи, характерні для наукового дослідження (визначення проблеми, ознайомлення з літературними джерелами та їх опрацювання, формулювання гіпотези дослідження, власне проведення дослідження, аналіз його результатів і остаточне узагальнення, формулювання висновків, конкретна суспільно корисна, масова чи природоохоронна робота учнів за результатами проведеного дослідження).

Сучасні науковці визначають, що: наука – це соціально значуща сфера людської діяльності, функцією якої є вироблення й використання теоретично-систематизованих знань про дійсність. Наука є складовою частиною духовної культури людства. Як система знань вона охоплює не тільки фактичні дані про предмети навколишнього світу, людської думки та дії, а й певні форми та способи усвідомлення їх [3, 4].

Формою здійснення і розвитку науки є наукове дослідження, тобто вивчення явищ і процесів, аналіз впливу на них різних факторів, а також вивчення взаємодії між явищами з метою отримання переконливо доведених і корисних для науки і практики рішень з максимальним ефектом.

Вся наука, людські пізнання спрямовані на досягнення достовірних знань, що відображають дійсність. Ці знання існують у вигляді законів науки, теоретичних положень, висновків, вчень, підтверджених практикою й існуючих об'єктивно, незалежно від праці та відкриття вчених. Але, разом з тим, наукові знання можуть бути відносні, абсолютні та апріорні (що ґрунтуються на абстрактних міркуваннях, не спираючись на досвід і практику). Однією з функцій дослідницької діяльності є формування і теоретична систематизація об'єктивних знань про дійсність, яка оточує людину. Визначальною ознакою дослідницької діяльності є наявність таких

елементів, як практична методика досліджень, власний науковий матеріал, аналіз власних даних і висновки щодо проблеми, яка досліджується [4]. При цьому в процесі дослідження найбільш важливим є не перелік інформаційних джерел, що використовуються, а підхід до вивчення проблеми.

Однак, в усіх випадках дослідницька діяльність учнів має базуватися на використанні сукупності нормативних засобів, до яких, зокрема, належать: раніше здобуті наукові знання, впорядковані з допомогою системи наукових понять; відповідні методи одержання відомостей від об'єктів дослідження (передусім, різні види спостережень і експериментів); відповідні певній системі логічних норм методи опрацювання цих відомостей .

Можна констатувати, що олімпіадний рух, робота з проведення науково-практичних конференцій, виконання різних проектів для участі в конкурсах довели свою ефективність. Однак не можна не помітити, що процес освоєння методів науково-дослідницької роботи з учнями протікає неоднозначно. Інколи буває так, що захист дослідницької роботи, дійсно, не позбавлений захопливості: повідомляється багато ефектних фактів, демонструються цікаві ілюстрації, що справляє яскраве враження на публіку. Але, яким би яскравим не був виступ, саму роботу не можна вважати науково-дослідницькою. Це лише цікава розповідь про прочитане, яка, у кращому разі, свідчить тільки про ерудицію автора, але ніяк не про вміння аналізувати, систематизувати, зіставляти факти. Чи можливо уникнути подібної ситуації? Безумовно, так. Проте для цього потрібне ознайомлення з основами науково-дослідницької роботи. Більшість труднощів, особливо на початку дослідницької діяльності, обумовлені, насамперед, нерозумінням відмінностей науково-дослідницької роботи від реферативної, проекту. Так в чому ж ці відмінності полягають?

Реферат (лат. referat, refero – доповідаю) – короткий виклад у

письмовому вигляді або у формі публічного виступу основних положень учення, дослідження, наукової праці, книги, повідомлення про підсумки дослідження наукової проблеми; доповідь на певну тему, що містить огляд джерел. Як правило, реферат має науково-інформаційне призначення [5-7].

Суть реферативної роботи – у виборі матеріалу з першоджерел, що найбільш повно висвітлюють обрану проблему. Специфіка реферату полягає в тому, що, по-перше, в ньому немає розгорнутих доказів, аналізу, порівнянь, міркувань, оцінок, а по-друге, він відповідає на запитання про те, що нового, істотного міститься в тексті. Отже, реферат – це збирання та систематизація інформації за темою, він може розглядатися як один з етапів науково-дослідницької роботи.

Проектна діяльність – конструктивна і продуктивна діяльність особистості, спрямована на розв'язання життєво значущої проблеми, досягнення кінцевого результату в процесі цілепокладання, планування і здійснення проекту. Проектна діяльність належить до унікальних способів людської практики, пов'язаної із передбаченням майбутнього, створенням його ідеального образу, здійсненням та оцінкою наслідків реалізації задумів. Проектна діяльність виступає як творча, інноваційна діяльність, оскільки завжди спрямована на створення об'єктивно і суб'єктивно *нового продукту*. Значущою особливістю науково-дослідницької діяльності учня, що істотно відрізняє її від проектної, є те, що наукове дослідження може привести до дуже різних, іноді й несподіваних результатів – у науковому світі говорять:

«Негативний результат – теж результат». Тобто дослідник часто не може прогнозувати всіх точних характеристик результату своєї діяльності, часто не знає всіх сфер, де результати його роботи зможуть знайти своє практичне застосування. Основні завдання дослідника – сумлінно провести науковий пошук, отримати достовірні результати, знайти їм

інтерпретацію, зробити їх доступними для інших фахівців, які працюють в даній галузі [8, 9].

Класифікація творчих робіт учнів.

Проблемно-реферативні – творчі роботи, виконані на основі декількох літературних джерел, що припускають зіставлення даних і на основі цього власне трактування поставленої проблеми. Такі роботи можуть виконуватися слухачами МАН, учнями 8-9 класів.

Науково-дослідницькі – творчі роботи, виконані з допомогою коректної з наукової точки зору методики, що мають отриманий власний експериментальний матеріал, на підставі якого робиться аналіз і висновки про характер досліджуваного явища. Такі дослідження проводять учні 10-11 класів.

Типові помилки учнів під час написання та захисту науково-дослідницьких робіт:

- заміна дослідницької роботи рефератом, тобто оглядом різних наукових творів;
- заміна дослідження роботою компілятивного характеру, тобто несамостійна, запозичена з різних наукових текстів, складена шляхом компіляції, з'єднана в одне ціле;
- «незакінченість» роботи, яка обумовлюється відсутністю систематичного підходу до дослідницької діяльності (замість роботи, написаної упродовж визначеного періоду часу, на захист подається текст, створений наспіх у найкоротші терміни);
- невміння учня грамотно вести дискусію у ході захисту результатів свого дослідження і відповідати на запитання аудиторії.

Дослідницька робота починається з вибору об'єктної сфери дослідження, тобто тієї сфери, в якій накопичилися важливі проблеми, що потребують вирішення. В організації дослідницької діяльності учнів

природно виділити такі основні етапи, як: діагностика, постановка проблеми, безпосереднє виконання роботи, підсумовування результатів.

Цінність дослідницької діяльності в тому, що вона пов'язана із розв'язанням творчого завдання із заздалегідь невідомою відповіддю і припускає наявність основних етапів, характерних для наукового дослідження.

Наукове дослідження – це особлива форма процесу пізнання, систематичне і цілеспрямоване вивчення об'єктів за допомогою засобів і методів науки і яке завершується формуванням знань про об'єкти, що вивчаються. Специфіка наукового пізнання полягає в тому, що наукове дослідження носить систематичний і цілеспрямований характер, воно спрямоване на вирішення проблем, які свідомо формулюються як мета.

Загальноприйнято, щоб дослідження проходило такі основні етапи: постановка проблеми, вивчення теорії, присвяченої даній проблематиці, підбір методик дослідження і практичне оволодіння ними, збір власного матеріалу, його аналіз і узагальнення, науковий коментар, власні висновки. Зауважимо, що будь-який поділ на етапи є досить умовний. Проте цей поділ необхідний для того, щоб чітко позначити всі складові науково-дослідницької діяльності. На практиці ж названі етапи можуть протікати паралельно, перехрещуватися і навіть мінятися місцями залежно від конкретної ситуації дослідження. Важливо лише їх усіх враховувати, як необхідні елементи даного виду діяльності. Саме цим оправдовується подане нами структурування. Підготовка до проведення наукового дослідження традиційно припускає наявність декількох етапів.

Етап «Підготовка до проведення дослідження» включає визначення провідних понять науково-дослідницької діяльності, які співвідносяться із процесом послідовного її проведення – від вибору теми до підбиття попередніх підсумків роботи, тобто визначає так званий «прогностичний» етап роботи. Докладно розглядається структура наукової роботи, призначення кожного з її розділів.

Етап «Проведення наукового дослідження» присвячено питанням проведення дослідницької роботи; на цьому етапі описується «технологія» виконання, реалізація дослідження. До «технологічного» етапу тісно примикає етап «рефлексивний». Його мета – аналіз проведеної роботи.

Етап «Оформлення науково-дослідницької роботи» включає оформлення результатів проведеного дослідження в рамках наукового викладу.

Етап «Захист результатів дослідження» присвячений проблемам підготовки учнів до публічного захисту – складної і важливої частини науково-дослідницької діяльності.

Будь-яке наукове дослідження проводиться для того, щоб подолати певні труднощі у процесі пізнання нових явищ, пояснити раніше не відомі факти або виявити неповноту старих способів пояснення відомих фактів. Ці труднощі в найбільш чіткій формі проявляються у так званих проблемних ситуаціях, коли існуюче наукове знання виявляється недостатнім для вирішення нових завдань пізнання.

Оскільки початковим етапом будь-якого наукового дослідження є обґрунтування актуальності обраної теми, то для педагога головним є показати учневі сутність проблемної ситуації, пояснити, для чого проводиться дослідження.

Формулювання проблемної ситуації – важлива умова актуалізації теми дослідження. Наукова проблема не виникає довільно, а є результатом вивчення загального стану теорії та практики, ознайомлення з науковою літературою, реферативними та бібліографічними довідниками. Проблема, яка витікає з виявлених протиріч, має бути актуальною, відображати те нове, що входить або повинно увійти до життя. Постановка проблеми передбачає:

Вивчення, усвідомлення і формулювання актуальних завдань, які вимагають свого розв'язання в теорії і (або) на практиці.

Аналіз теорії об'єкта дослідження, визначення, що досліджено і якою

мірою. Постановку проблемних питань практики, звернутих до теорії, які поки що не мають теоретичного обґрунтування.

Висуваючи проблему, дослідник аргументує недостатність досягнутого до даного моменту рівня знань у галузі, яка його цікавить. Ця частина дослідження передбачає:

- Вивчення літератури, присвяченої теорії предмета, з метою одержання відповідей на все те ж коло питань: що досліджено, а що – ні;
- визначення кола практичних проблем, які ще недостатньо досліджені.

Слід розрізняти проблему **для себе** і проблему **для всіх**. Проблема для себе – це прогалина в знаннях самого дослідника, в його особистому досвіді. Для науки, можливо, ця проблема вже розв'язана. Але є і проблеми, не розв'язані поки що ніким. Якщо вони актуальні для всіх, їх треба досліджувати.

Проблема відображається в темі дослідження. Тема – це наукове завдання, яке охоплює визначену галузь наукового дослідження. Закладене у проблемі протиріччя повинно прямо або побічно знайти віддзеркалення в темі, формулювання якої одночасно фіксує і певний етап уточнення, і локалізації (обмеження рамок) проблеми. Висунення проблеми і формулювання теми в комплексі дають можливість обґрунтувати актуальність дослідження, відповісти на запитання: чому дану проблему необхідно вивчати. Пов'язана з проблемою тема має бути більш конкретизованою, пов'язаною з певними етапами і умовами дослідження, з розкриттям певних аспектів загальних проблем.

Питання щодо назви наукового дослідження досить складне і надзвичайно важливе. Передусім самому досліднику має бути зрозуміло, який новий пізнавальний і практичний матеріал передбачається освоїти. На думку багатьох вчених, обрати тему інколи більш складно, ніж здійснити саме дослідження. Так це чи ні, однак вибір теми є найвідповідальнішим етапом у діяльності дослідника, бо від теми, як свідчить практика, залежить подальша наукова діяльність і результат

дослідження. Тема змістовно визначає предмет, який підлягає цілеспрямованому дослідженню. Назва теми має бути якомога коротшою (не слід формулювати занадто широко) і, разом з тим, достатньо завершеною.

Типові недоліки, властиві юним дослідникам: невиправдана широта теми, абстрактність, коли формулюються теми глобального характеру. Обираючи тему, потрібно взяти до уваги такі основні критерії: актуальність, новизна і перспективність. Також дослідник повинен враховувати наявність теоретичної бази, завдяки якій він може отримати максимально повну уяву про те, що у досліджуваній галузі комп'ютерних наук вже зроблено і що необхідно зробити. Іншими словами, щоб обрати тему, дослідник повинен ознайомитися з фундаментальною літературою. Причому таке ознайомлення здійснюється, як правило, в ретроспективному плані, тобто від давніших джерел до більш нових. Працюючи з теоретичними джерелами (особливо в мережі Internet), необхідно пам'ятати, що в кожному з них, особливо в частині формулювання загальних висновків, є момент суб'єктивного. А це означає, що треба читати праці різних авторів, в тому числі, й зарубіжних. Обираючи тему, необхідно враховувати можливість її застосування в навчальному закладі чи науковій. Коли з'ясується, що хтось іще розробляє подібну тему, не варто одразу відмовлятися від неї. Адже, як підказує досвід, двоє людей, не пов'язаних один з одним, ніколи однаково не розв'яжуть одну і ту ж проблему.

Спробуємо виокремити основні критерії щодо вибору теми:

бажано, щоб тема являла інтерес для учня не тільки на даний момент, ай вписувалася в загальну перспективу професійного розвитку учня, тобто мала безпосереднє відношення до попередньо вибраної ним майбутньої спеціальності;

дуже добре, якщо вибір теми мотивований інтересом до неї і учня, і керівника наукового дослідження. Це відбувається тоді, коли сам

науковий керівник зайнятий науково-дослідницькою роботою, і в рамках обраної ним сфери виділяє галузь, яка потребує розробки для вивчення її учнем; тема також повинна бути реалізована в наявних умовах. Це означає, що за обраною темою повинні бути доступні обладнання та література.

Обираючи тему дослідження, учень повинен керуватися кількома правилами: тема повинна бути цікава, повинна захоплювати, відповідати схильностям учня; вона повинна мати прикладну спрямованість, її вирішення має принести реальну користь (одержання нових корисних знань, умінь, навичок, розвиток інтелекту); тема повинна бути оригінальною, містити елемент несподіванки, незвичайності, формувати здатність нестандартно дивитися на традиційні предмети і явища; тема повинна бути здійсненою, літературні джерела – доступними, обрані методи повинні відповідати віковим можливостям учня.

Формулювання теми відображає співіснування в науці вже відомого і ще не дослідженого, тобто процес розвитку наукового пізнання. З цієї причини дуже відповідальним етапом у підготовці дослідження стає етап обґрунтування актуальності теми, тобто потреби відповісти на запитання: чому дану проблему треба вивчати в даний час?

Що таке актуальність? Під «актуальністю» розуміється відповідність сучасним потребам науки і практики. Це поняття, яке іншими словами звучить так: «Кому це потрібно?». Актуальність дослідження залежить від того, наскільки його результати сприятимуть вирішенню практичних завдань. Слід розрізняти актуальність наукового напряму в цілому і актуальність визначеної теми всередині даного напряму. Актуальність напряму, як правило, не потребує складної системи доведень. А в обґрунтуванні актуальності теми необхідно показати, що саме вона серед тих, що вже досліджувалися, найбільш актуальна. Найбільш переконливою основою, яка визначає актуальність

дослідження, є соціальне замовлення користувачів комп'ютерних засобів і програм, які відображають найгостріші проблеми, що вимагають негайного розв'язання або запропонування більш оптимального розв'язування вже розв'язаних. Бажано стисло висвітлити причини, з яких вивчення цієї теми стало необхідним, і що заважало її розкриттю раніше, в попередніх дослідженнях.

Актуальність дослідження – це основне питання, відповідь на яке необхідно знати ще до початку виконання наукової роботи, тому що, якщо тема роботи не актуальна, то тоді її висвітлення просто безглузде і нікому не потрібне.

Чим слід керуватися при розкритті актуальності теми дослідження? Можна назвати два основних напрямки. Перший пов'язаний з недостатнім вивченням обраної теми. У даному випадку дослідження актуальне саме тому, що певні аспекти теми вивчені не повною мірою і проведене дослідження спрямоване на подолання цієї прогалини. Другий напрямок – характеристики актуальності пов'язані з можливістю вирішення певного практичного завдання на основі отриманих у дослідженні даних.

Важлива сторона грамотного дослідження пов'язана з визначенням меж, а також об'єкта і предмета дослідницької роботи. *Об'єкт дослідження* – та частина практики або наукового пізнання, з якою дослідник має справу. Він є процесом або явищем, які породжують досліджувану проблемну ситуацію і обрані для дослідження; *предмет дослідження* знаходиться в межах об'єкта. Предметом дослідження можуть бути явища в цілому, окремі їх сторони, аспекти і співвідношення між окремими сторонами і цілим (сукупність елементів, зв'язків, відношень в конкретній області об'єкта). Предмет дослідження, таким чином, формується на об'єктивній основі самим дослідником, що надає йому певну логічну форму вираження. Зробити це можна, тільки спираючись на певні вихідні положення, на деяку, хай приблизну,

гіпотетичну концепцію досліджуваного. Саме предмет дослідження визначає тему роботи. Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та частина, яка є предметом дослідження. Отже, об'єкт наукового пізнання виступає сферою пошуку, а предмет, – як те конкретне, що виявляється. Об'єкт – це своєрідний носій проблеми – те, на що спрямована дослідницька діяльність.

Мета дослідження – це кінцевий результат, якого хотів би досягти юний дослідник на завершення своєї роботи, вона формулюється з урахуванням тематики. Тобто, ставлячи перед собою мету, дослідник визначає, який результат він збирається одержати в процесі дослідження, а завдання дають уявлення про те, що треба зробити, щоб досягти мети. Визначення мети пов'язане і з пошуком шляхів коротко і змістовно розкрити шуканий результат дослідження, нове або оптимальніше рішення проблеми. В меті формулюється загальний задум дослідження. Тому вона має бути сформульована лаконічно і гранично точно. Визначається мета, виходячи з актуальності досліджуваної проблеми, обраних об'єкта і предмета дослідження.

Важливим і необхідним етапом наукового дослідження є конкретизація загальної мети в системі дослідницьких завдань, які у своїй сукупності повинні дати уявлення про те, що треба зробити для досягнення мети. *Завдання* – це вибір шляхів і засобів для досягнення мети відповідно до висунутої гіпотези. Завдання найкраще формулювати у вигляді твердження того, що необхідно зробити, щоб мета була досягнута. Визначення завдань будується за принципом від найменш складних до найбільш складних, трудомістких, а їх кількість визначається глибиною дослідження. Зазначимо, що завдання, з одного боку, розкривають суть теми дослідження, а з другого – знаходять своє тлумачення у висновках, які фіксують і узагальнюють результати їх

виконання. Послідовність визначених завдань має бути такою, щоб кожне з них логічно випливало з попереднього. Характерні недоліки у формулюванні завдань:

- замість завдань викладається метод, який планується використати в дослідженні (наприклад, «вивчити літературу», «здійснити аналіз теорії і практики досліджуваної проблеми» тощо); відсутнє чітке уявлення, що слід робити і що слід одержати в результаті;

- замість завдань формулюються структурні компоненти дослідження (наприклад, назви розділів і підрозділів, параграфів);

- завдання носять гіпотетичний характер.

Підкреслимо: завдання дослідження мають бути орієнтовані на результат. Цій умові не відповідають формулювання завдань, які стосуються процесу дослідження.

Розв'язання проблеми вимагає осмислення авторської позиції. Суть позиції автора викладається в гіпотезі. Гіпотеза означає припущення, яке пропонується для пояснення якогось явища. *Гіпотеза* – це обґрунтоване припущення про можливий спосіб, механізм розв'язання визначеної проблеми, це передбачувана відповідь на запитання, яке ставить перед собою дослідник. Ефективність гіпотези залежить від того, наскільки вона є раціональним передбаченням, а не поспішним здогадом, і наскільки вона є простою і чіткою за формулюванням. Гіпотеза не може бути істинною або помилковою, оскільки твердження, яке вона містить, носить проблематичний характер. Про гіпотезу можна говорити лише як про коректну або некоректну стосовно предмета дослідження. Вона завжди передбачає пошук чогось невідомого в науці і практиці. Гіпотеза повинна задовольняти ряд вимог:

- відповідати фактам, на основі яких її утворено і для

пояснення яких вона призначена;

- враховувати раніше відкриті закономірності, а не суперечити відомим результатам досліджень;
- передбачати нові факти, явища і зв'язки між ними;
- бути доступною для емпіричної перевірки.

Гіпотеза підтверджується фактами та аргументами, що перетворюють її з припущення у достовірне знання. Для цього розробляється методика дослідження, яка має бути адекватною обраному предмету, меті та завданням науково-дослідницької роботи юного науковця. Від того, як сформульована гіпотеза, залежать висновки з проведеного дослідження.

Шлях (способи) розв'язання основних завдань передбачає визначення основних методів, які використовуються під час написання науково-дослідницької роботи. *Метод* – це спосіб досягнення мети дослідження. Вже звідси очевидна вирішальна роль методу в успіху дослідницької роботи. Зрозуміло, що від вибору методу залежить сама можливість реалізації дослідження – його проведення та одержання певного результату. Для розв'язання поставлених завдань юний дослідник має орієнтуватися на використання певної сукупності способів, засобів і прийомів наукового пізнання. До характерних ознак наукового методу дослідження найчастіше відносять: об'єктивність, відтворюваність, евристичність, необхідність, конкретність тощо. Приступаючи до дослідження, юний науковець має обрати певну сукупність методів, які придатні для розв'язання поставленої проблеми. Вибір методів визначається специфікою обраної теми дослідження, його метою і завданнями. Вони, як правило, специфічні на кожному з етапів дослідження. Застосування спеціальних методів вирішення потребує більшість спеціальних проблем конкретних наук. Вони визначаються характером досліджуваного об'єкта, ніколи не бувають довільними.

Особливе місце у виконанні наукового дослідження займає формулювання наукових положень, які потрібно захистити. Ці положення мають бути лаконічними, зрозумілими і містити головний результат, одержаний у процесі виконання науково-дослідницької роботи. Положення, що виносяться на захист, – це той результат, який отримав дослідник і який необхідно захистити. Щоб захистити щось, його треба і отримати, і довести його достовірність. Положення, що виносяться на захист, формулюються у вигляді тез, кожна з яких відображає короткий узагальнюючий зміст. Таких тез може бути як одна, так і декілька. Вони можуть бути подані як: вимоги (система вимог, які ставляться до чогось) Процедури здійснення чогось; механізм чогось; критерії ефективності тощо. Таким чином, на захист слід виносити ті положення, які визначають певні елементи наукової новизни дослідницької роботи, її теоретичне і практичне значення.

Проведення дослідження включає два послідовних етапи: власне проведення (так званий технологічний етап) і аналітичний етап. Щоб чітко усвідомити послідовність проведення дослідження, бажано скласти робочий план. З урахуванням специфіки творчого процесу такий план повинен передбачати все, що можна передбачити вже на самому початку дослідницької роботи. В першому блоці – це зміст теоретичної роботи, де формуються понятійний апарат, основи дослідницької діяльності – від визначення її об'єкта і предмета до вибору методу.

У другому блоці описується власне дослідницька частина роботи. Зміст дослідницької частини залежить від об'єктної області дослідження, теми роботи, відповідно до чого і визначається її специфіка. Необхідно проаналізувати отримані результати: наскільки вони підтверджують висунуту на початку дослідження гіпотезу, уточнити їх відповідність поставленим цілям.

Третій блок – це оформлення результатів дослідження. Прийнято вважати, що оформлення – незначний, формальний етап створення рукопису наукового дослідження. Насправді це не так. Оформлення результатів дослідження – один із найбільш трудомістких етапів роботи. Грамотний підхід до оформлення результатів дослідження, стиль (наукова мова викладення) – запорука успіху в отриманні високої оцінки наукового дослідження експертами. У науковій мові є своя специфіка, що відрізняє її від буденної. Необхідність у створенні особливої мови науки зумовлено тим, що «жива» природна мова дуже складна, у ній використовуються багатозначні слова, літературні описові конструкції, підтексти і контексти. Наука потребує більш чіткої знакової системи, щоб гарантувати певний рівень об'єктивності. Мова науки прагне до однозначності, тобто, щоб одне слово (термін) мало тільки одне значення. Цього не завжди вдається досягнути. Тому до трактування того чи іншого терміна необхідно підходити виважено.

Основні стилі, які вживаються у письмових наукових текстах: академічний, полемічний, публіцистичний, науково-популярний, діалогово-розмовний, дидактичний. Академічний стиль переважає при написанні наукової роботи. Для цього стилю характерні: неприпустимість емоційних оцінок, випинання свого «я», перевага безособових виразів чи множини «ми». Результати наукових досліджень викладаються чітко, формулюються в конкретних реченнях: «В результаті дослідження встановлено, що ...» Не слід вживати розпливчасті й двозначні вислови. Робота повинна бути написана державною мовою, грамотно, з дотриманням стилістичних норм. Займенник «я» в науковій роботі вживати не прийнято, краще його уникати і свою думку висловлювати знеособлено. Замість «я думаю», «я вважаю», слід вживати вирази: «здається, що ...», «є підстави припускати, що ...», «логічної припустити, що ...».

У науковій творчості необхідне обов'язкове дотримання правил,

які забезпечують повагу чужих авторських прав. Для цього слід неухильно дотримуватися правил цитування:

- текст цитати береться в лапки і наводиться в тій граматичній формі, в якій подано в джерелі, із збереженням особливостей авторського стилю;

- цитування повинно бути повним, без спотворення авторської думки; допускаються пропуски слів (частини речення), що позначається трьома крапками, які ставляться перед опущеним уривком або після нього;

- кожна цитата повинна супроводжуватися посиланням на джерело, бібліографічний опис якого наводиться з дотриманням вимог.

Для того, щоб доповідь викликала інтерес аудиторії, дуже важливо правильно налаштувати слухачів з самого початку виступу. Існує кілька способів залучення уваги аудиторії. Ось деякі з них: можна почати виступ з приведення прикладу, цікавої цитати, образного порівняння предмета виступу з конкретним явищем, зазначенням проблеми тощо; доповідь можна розділити на 3 частини, що складаються з окремих, але пов'язаних між собою блоків.

У першій частині обґрунтовується актуальність обраної теми, описується наукова проблема, формулюються завдання дослідження та вказуються його основні методи.

У другій частині потрібно представити суть і зміст самої наукової роботи. Особливу цінним є особистий вклад автора. Тому необхідно підкреслити, в чому полягає новизна пропонованого дослідження, це може бути представлено такими параметрами: типом нового знання (результат, процес, ідея); відмінними характеристиками в порівнянні з одержаними в аналогічних дослідженнях; теоретичною і практичною значущістю.

При викладенні основних результатів дослідження можна

використовувати заздалегідь підготовлені схеми, креслення, графіки, таблиці, відеоролики, слайди, відеофільми. Демонстровані матеріали повинні оформлятися так, щоб вони не перевантажували виступ.

У третій частині доцільно коротко викласти основні висновки за результатами дослідження, не повторюючи тих висновків, які вже були зроблені в ході викладення.

1.2. Всеукраїнський конкурс-захист науково дослідних робіт обдарованих учнів МАН

Завдяки державній підтримці НЦ «МАНУ» продовжує успішно реалізовувати свою освітню мету, охоплюючи з кожним роком дедалі більшу кількість обдарованої молоді з різних регіонів України. Відповідно до розширення кола функціональних завдань модифікується й організаційна структура НЦ «МАНУ».

Указ Президента України № 927/2010 від 30 вересня 2010 р. «Про заходи щодо розвитку системи виявлення та підтримки обдарованих і талановитих дітей та молоді» та відповідний наказ Міністерства освіти і науки України № 1033 від 1 листопада 2010 р. визначили правові підстави для розширення мережі регіональних малих академій наук учнівської молоді. Станом на 1 січня 2014 року 16 із 27 регіональних територіальних відділень МАН уже реорганізовано у спеціалізовані позашкільні навчальні заклади – малі академії наук учнівської молоді. На районному та міському рівнях успішно працюють районні (міські) територіальні відділення МАН як окремі юридичні особи, філії регіональних МАНУМ, або як підрозділи навчальних закладів, визначених відповідними управліннями освіти і науки. Їх загальна кількість становить близько тисячу. Щороку в системі МАН працюють понад 7 тис. наукових секцій, гуртків та інших творчих об'єднань.

Зміцнення авторитету НЦ «МАНУ» та регіональних малих академій наук учнівської молоді в українському соціумі сприяє зростанню чисельності

учнів МАН. З кожним роком до наукового пошуку залучається дедалі більше обдарованих дітей нашої держави. Порівняно з 2003–2004 н. р. чисельність старшокласників – учнів МАН України у 2009–2010 н. р. зросла вдвічі (2003–2004 н. р. – 50 тис. осіб, 2009–2010 н. р. – 110 тис.). У 2012–2013 н. р. їх чисельність уже налічувала понад 150 тис. осіб. Розширення в останні роки пропедевтичної діяльності НЦ «МАНУ», дало змогу охопити дослідницькою діяльністю також дітей дошкільного, молодшого і середнього шкільного віку. Таким чином, загальна кількість вихованців МАН України, у тому числі учасників масових заходів, у 2012–2013 н. р. перевищила 250 тис. осіб. Значна увага приділяється залученню до наукової діяльності обдарованих дітей із сільської місцевості, які складають 22% загальної кількості учнів МАН.

Учні – члени МАН поділяються на слухачів, кандидатів і дійсних членів. Слухачами можуть стати всі охочі учні 6–11 класів загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів, які виявляють цікавість до наукової діяльності, хочуть одержати додаткові знання в окремих галузях науки та беруть участь у роботі секції чи гуртка.

Кандидатами у члени МАН України є учні гуртків, секцій, що виявляють здібності при поглибленому вивченні наукових дисциплін поза шкільною програмою, які схильні до проведення наукових досліджень, технічної творчості та виступають на конференціях, виставках, є призерами олімпіад. Кандидат затверджується президією територіального відділення МАНУ за пропозицією наукових товариств, секцій, гуртків.

Дійсними членами МАН України є кандидати, які мають самостійні наукові праці та навчаються в наукових гуртках і секціях не менше 2 років. Відповідно до останніх тенденцій розвитку вітчизняної науки, запитів дітей, вчених і педагогів територіальних відділень МАН України розширюється і вдосконалюється структура наукових відділень. У 2013–2014 н. р. науково-дослідницька діяльність МАН України організована у 64 секціях 12 наукових відділень: літературознавства, фольклористики та мистецтвознавства;

мовознавства; філософії та суспільствознавства; історії; економіки; технічних наук; комп'ютерних наук; математики; фізики і астрономії; наук про Землю; хімії та біології; екології та аграрних наук.

Визначним заходом діяльності Малої академії наук України є щорічне проведення Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів – членів Малої академії наук України. На всіх етапах конкурсу-захисту беруть участь близько 100 000 школярів-старшокласників, а до фіналу виходять понад 1000 кращих. Журі конкурсу-захисту формується з фахівців відповідного профілю з числа наукових та науково-педагогічних працівників Національної академії наук України, Академії педагогічних наук України, вищих та інших навчальних закладів. Кураторами наукових відділень МАН є академіки НАН України – члени Президії МАН України.

Урізноманітнюються форми організаційно-масової роботи з учнями МАН. Щорічно НЦ «МАНУ» проводить міжнародні, всеукраїнські та регіональні учнівські наукові конференції, конкурси, турніри, олімпіади, колоквиуми, семінари, презентації тощо. Перебування в умовах інтелектуального середовища дає змогу юним ученим представити результати своїх досліджень, поглибити наукові інтереси, сприяє їх соціалізації та самореалізації. У 2013 р. НЦ «МАНУ» було проведено понад 30 масових заходів міжнародного та всеукраїнського рівнів.

Одним з пріоритетних напрямів роботи МАН України є організація кадрово-методичного та науково-методичного супроводу педагогічної діяльності, спрямованого на підвищення професійної компетентності вчителів. Щороку в його рамках проводиться близько 30 всеукраїнських заходів, до участі у яких залучають понад 3000 педагогів. На сьогодні загальна кількість освітян, які виховують майбутніх науковців у закладах МАН, становить понад 6,5 тис. педагогічних і науково-педагогічних працівників, серед яких 1,5 тис. викладачів – кандидати наук, 300 – доктори наук.

НЦ «МАНУ» продовжує плідну співпрацю з провідними науково-дослідними інститутами Національної академії наук України, Національної академії педагогічних наук України, вищими навчальними закладами, громадськими організаціями. Це дає змогу підвищувати рівень освітніх проектів для обдарованих дітей, розвивати науково-дослідницьку діяльність учнів – членів МАН України в контексті актуальних наукових напрямів, сприяє професійному самовизначенню та виробленню свідомої громадянської позиції сучасної молоді. Співпраця з вищими навчальними закладами та науковими установами є також невід’ємною складовою ефективною діяльністю територіальних відділень МАН України.

На сучасному етапі Мала академія наук України відіграє визначальну роль у формуванні наукової еліти нації. Реалізовані в рамках її діяльності освітні проекти, заходи й ініціативи створюють простір для професійного самовизначення, самореалізації та соціалізації обдарованої молоді. Суспільні запити, динаміка соціокультурних перетворень й інтенсивні темпи розвитку науки актуалізують завдання, що їх успішно розв’язує МАН України.

Учасниками навчально-виховного процесу в Малій академії є:

- учні, які відповідно до специфіки діяльності цього творчого об’єднання можуть бути: слухачами, кандидатами у дійсні члени Малої академії, дійсними членами Малої академії;
- директори, заступники директорів, педагогічні працівники позашкільних навчальних закладів різних типів, загальноосвітніх навчальних закладів, інститутів післядипломної педагогічної освіти;
- ректори, проректори, викладачі вищих навчальних закладів;
- директори, заступники директорів, наукові працівники академічних установ;
- інші педагогічні працівники, психологи, соціальні педагоги, бібліотекарі, спеціалісти, які залучені до навчально-виховного процесу;
- наукові працівники і спеціалісти, представники підприємств, установ, організацій, які залучені до навчально-виховного процесу;

- батьки або особи, які їх замінюють.

Слухачами Малої академії можуть бути учні загальноосвітніх навчальних закладів різних типів II та III ступенів, учні професійно-технічних училищ та вищих навчальних закладів I рівнів акредитації, які виявляють інтерес до науки та техніки.

У гуртках, наукових секціях початкового рівня навчання вони отримують загальні знання з основ наук, набувають навички з пошукової, дослідницької, експериментальної роботи, беруть участь у написанні творчих рефератів, визначають тему своєї наступної пошукової, експериментально-дослідницької роботи.

Кандидатами у члени Малої академії можуть стати слухачі-учні гуртків, які в наукових секціях основного рівня навчання отримують знання, практичні вміння і навички для самостійного оволодіння науковими і технічними знаннями поза шкільною програмою, розвивають свої інтереси та нахили до наукових досліджень, творчої роботи за певною тематикою, поглиблюють знання з базових дисциплін, задовольняють потреби у професійній орієнтації.

На цьому етапі учні мають брати активну участь у практичних, наукових експедиціях, олімпіадах, виставках, конкурсах, зустрічатися з науковими працівниками, винахідниками, діячами літератури та мистецтва, прослухати певний цикл лекцій.

Завершенням їх навчання повинна стати здача заліків за обраною темою дослідження, написання рефератів, захист творчих наукових робіт.

Дійсними членами Малої академії можуть стати кандидати у члени Малої академії учні гуртків, наукових секцій вищого рівня навчання, які не менше 2 років опановують програми позашкільної освіти, беруть участь у наукових експедиціях, Всеукраїнських та міжнародних наукових програмах та проектах, у масових наукових заходах (конкурсах, турнірах, конференціях), опубліковують свої роботи у різних друкованих органах, є

призерами районних, міських, обласних конкурсів-захистів науково-дослідницьких робіт учнів.

Дійсні члени, кандидати у члени Малої академії мають право брати участь у II-III етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів, призери якого користуються пільгами при вступі до вищих навчальних закладів у порядку визначеному Міністерством освіти і науки України.

Мала академія забезпечує першочергову підтримку учнів із малозабезпечених та багатодітних сімей, дітей-інвалідів, дітей-сиріт і дітей, позбавлених батьківського піклування, за умов їх активної участі у пошуковій, дослідницькій, експериментальній роботі. Мала академія разом з іншими організаціями і установами може запроваджувати різні види стимулювання та матеріального заохочення для підлітків-учасників усіх етапів Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт, турнірів та інших заходів.

Здійснення навчально-виховного процесу в наукових товариствах, гуртках та наукових секціях учнів відбувається відповідно до Наказу управління (відділу) освіти місцевого органу виконавчої влади. Цим документом регулюється виділення штатних одиниць для педагогічних та наукових працівників безпосередньо базового навчального закладу, інших навчальних закладів різних типів даного регіону.

За науково-методичне забезпечення стратегічних напрямків розвитку Малої академії в цілому відповідають Президент Національної академії наук та Академії педагогічних наук України. Разом з Президією Малої академії вони здійснюють:

- координацію діяльності академічних Інститутів, вищих навчальних закладів, їх закріплення за головними відділеннями та секціями Малої академії;
- розробку і видання навчальних програм для відділень та секцій Малої академії, методичних посібників до них;

- розробку методик вивчення ефективності та наслідків навчально-виховної роботи в наукових товариствах учнів;
- вивчення стану співпраці відділень наукових товариств учнів, наукових секцій з вищими навчальними закладами всіх рівнів акредитації;
- розробку програм підготовки, перепідготовки, підвищення кваліфікації педагогічних працівників, наукових керівників, які будуть працювати або працюють в Малій академії;
- висвітлення в засобах масової інформації досягнень вітчизняної науки з проблем діяльності Малої академії.

За науково-методичне забезпечення діяльності територіальних відділень, районних (міських) наукових товариств учнів, наукових товариств учнів навчальних закладів як правило відповідають Київський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних кадрів, районні (міські) методичні кабінети, вищі навчальні заклади, філії академічних інститутів [1, 2].

За інформаційно-методичну роботу з організації навчально-виховного процесу в Малій академії відповідають базові позашкільні навчальні заклади обласного, міського, районного підпорядкування.

Однією з форм роботи з творчо обдарованою молоддю є Мала академія наук України, де виховано багато талановитих учених, державних діячів, творчих особистостей різних фахів. Результатом плідного навчання учня в МАН є написання під керівництвом ученого або вчителя-предметника науково-дослідницької роботи з якою діти виступають на наукових конференціях, колоквиумах (шкільних, районних, обласних), захищають під час конкурсу-захисту.

Педагогічний процес у МАН має свої особливості, які відрізняють його від звичайних уроків у школі. І, перш за все, це те, що плани й програми наукових гуртків, клубів, секцій, на відміну від стабільних навчальних програм, охоплюють такі галузі знань і практичної діяльності, які виходять за

межі' уроку, враховуючи індивідуальні інтереси та творчий потенціал (можливості) конкретних дітей.

Основною ланкою територіальних (обласних) відділень МАН є наукові товариства учнів, які організують свою діяльність у формі регулярної роботи наукових гуртків, секцій, клубів, факультативів, навчальних лабораторій, індивідуальної роботи учнів під керівництвом науковців, наукових конференцій, колоквиумів, конкурсів-захистів науково-дослідницьких робіт тощо. Головна мета НТУ - дати дитині можливість розвинути свій інтелект у самостійній творчій діяльності, з урахуванням індивідуальних особливостей і нахилів.

Навчально-виховний процес здійснюється за навчальними планами й програмами, які розробляються науковими керівниками й педагогами. Програмами й планами передбачається проведення занять загально розвиваючого напрямку; надання додаткової освіти в різних галузях науки; колективна та індивідуальна робота з обдарованими дітьми; ознайомлення з методами та прийомами проведення наукового дослідження.

Учням потрібно допомогти відчувати себе майбутніми членами наукових товариств (НТУ). Для цього в школі можна організувати інтелектуальні читання „Біографія науки в особах", до цих читань учні 7-10 класів готують невеликі наукові доповіді, реферати про одного з представників, наприклад, мовознавства, літературознавства, фольклористики.

Роботи можуть бути зачитані в класі, й клас визначає найцікавіші, які можуть стати перепусткою до членства в науковому товаристві.

Крім того, необхідно провести діагностику щодо визначення рівня готовності учня, його інтересу до наукової діяльності.

Для того, щоб учень виявив бажання працювати над науковим дослідженням, у нього необхідно пробудити це бажання, сформувані дослідницьку мотивацію. Із членами НТУ необхідно 1-2 рази на місяць проводити заняття, спрямовані на розвиток інтелектуальних умінь. Кожне заняття покликане ставити конкретні завдання, які допоможуть школярам

поновому поглянути на власну інтелектуальну діяльність, оцінити досягнення людей, що мають великі успіхи в науці.

Ефективною формою підготовки школярів до проведення самостійного наукового дослідження та написання науково-дослідницької роботи може стати проведення учнівських колоквіумів (шкільних, районних, обласних). Колоквіум (від лат. *colloquium* -співбесіда) - це збори, на яких заслуховують і обговорюють наукові доповіді.

Системність у роботі з обдарованими дітьми щодо розвитку їх науково-дослідницьких здібностей забезпечить введення до навчальних планів закладів освіти, в першу чергу ліцеїв та гімназій, спецкурсу (факультативу) „Основи наукових досліджень”, головним завданнями якого є формування в учнів глибоких теоретичних знань про суть науково-дослідницької діяльності; оволодіння ними методології наукового пізнання; вироблення вміння підготовки наукових рефератів, статей, підготовки та виголошення наукових доповідей; формування навичок роботи з науковою та довідниковою літературою; ознайомлення з сучасними методами наукових досліджень. Після прослуховування спецкурсу можемо запропонувати учням підготувати наукові доповіді чи реферати. Для деяких школярів підготовлені реферати зможуть стати початком роботи над науковим дослідженням.

На сучасному етапі Мала академія наук України відіграє визначальну роль у формуванні наукової еліти нації. Реалізовані в рамках її діяльності освітні проекти, заходи й ініціативи створюють простір для професійного самовизначення, самореалізації та соціалізації обдарованої молоді. Суспільні запити, динаміка соціокультурних перетворень й інтенсивні темпи розвитку науки актуалізують завдання, що їх успішно розв’язує МАН України.

У наступному Розділі 2 буде представлений зміст науково-дослідної роботи, що виконана автором на кафедрі фізики та методики її навчання КДПУ за допомогою наукового керівника та аспірантки кафедри фізики Барилки Альони Григорівни. Зміст даної науково-дослідної роботи може бути використаний учнями як приклад також як методична розробка теми

«Змочування та перенос рідин вуглецевими наноструктурами» для застосування у своїй науково-дослідній роботі.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У процесі реалізації літературного огляду було отримано низку важливих теоретичних і практичних висновків.

Визначено поняття про організацію науково-дослідницької діяльності МАН для учнів, її функцій та методологічні рівні наукового пізнання. Оглянутий захід діяльності Малої академії наук України - щорічне проведення Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів.

Визначено поняття і критерії сприяння МАН для виявлення учнів схильних до дослідницької діяльності.

Підкреслено, що «Мала академія наук України» – середовище для талановитих дітей. Унікальна освітня система забезпечує організацію і координацію науково-дослідницької діяльності учнів, створює умови для їх інтелектуального, духовного, творчого розвитку та професійного самовизначення, сприяє нарощуванню наукового потенціалу країни. Запропонована наукова тема із питань матеріалознавства для даної методичної розробки, мета якої показати суть процесів, які відбуваються в природі, запропонувати матеріали, які стануть заміниками природних матеріалів, оскільки відбувається їх виснаження, проблема створення екологічно чистої води та ін. Досягти цього можна лише за умови детального вивчення структури речовини, її складових, властивостей.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА НА ТЕМУ «ЗМОЧУВАННЯ ТА ПЕРЕНОС РІДИН ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОСТРУКТУРАМИ»

2.1 Поведінка потоку рідин в нанорозмірних обмежених просторах

У нове століття людство вступило з епохальними відкриттями, яким судилося інтегруватися в єдину наукову парадигму – відкриттям синергетичного устрою світу, відкриттям наносвіту [10].

Приставка «нано» («нанос» по-грецьки — карлик), означає «одна мільярдна доля».

Нанометрами вимірюються лише найпримітивніші істоти, віруси (їх довжина в середньому 100 нм). Жива природа закінчується на рубежі приблизно в десять нанометрів — такі розміри мають складні молекули білків, будівельні блоки живого. Прості молекули в десятки разів менші. Величина атомів — декілька ангстремів (один ангстрем дорівнює 0,1 нм). Наприклад, діаметр атома кисню — 0,14 нм.

Тут проходить нижня межа наносвіту, світу наномасштабів. Саме у наносвіті йдуть процеси фундаментальної важливості — здійснюються хімічні реакції, вибудовується строга геометрія кристалів, структури білків. З цими процесами і працюють нанотехнологи. Нанотехнології — це способи створення нанорозмірних структур, які надають матеріалам і пристроям корисні, а іноді просто незвичайні властивості.

«Нано» вже всюди — військові використовують нанотехнології, медики використовують нанотехнології, навіть виробники продуктів харчування, і ті використовують нанотехнології.

Наноматеріали і наноявища люди використовували у своїй діяльності віками, навіть не підозрюючи про це. Вже в давнину майстри підфарбовували скло для вітражів за допомогою колоїдного золота. Адже колоїдне золото — не що інше, як суспензія наночасток золота. Інший приклад — дамаська сталь, відома з IV століття нашої ери. Нещодавно з'ясувалося, що вона

містить комплекси з вуглецевих нанотрубок — тому знамениті дамаські клинки такі міцні.

У 1931 році був створений електронний мікроскоп, і люди уперше змогли побачити нанооб'єкти — у тому числі віруси. У 1952 р. радянськими ученими Л.В.Радушкевичем і В. М. Лук'яновичем був виявлений перший наноматеріал. Це були широко відомі тепер вуглецеві нанотрубки — вони виникали в сажі вуглецевих свічок електродуг. Діаметр «одновимірних наноскопічних об'єктів», як їх назвали першовідкривачі, склав близько 100 нм. Проте у той час це відкриття залишилося непоміченим. Всесвітня слава нанотрубок почалася в 1991 році, після публікації статті японського дослідника Суміо Ідзіми.

Перша згадка про методи, які згодом назвуть нанотехнологіями, зробив один з видатних фізиків сучасності Річард Фейнман в 1959 році у своїй знаменитій лекції «Там внизу багато місця». Він запропонував приз в 1000 доларів тому, хто першим зробить працюючий електричний мотор розміром менше 1/64 дюйма (0,4 мм) і ще стільки ж тому, хто зменшить сторінку тексту в 25000 разів. Говорив він і про потенційну можливість переміщати окремі атоми і збирати їх в конструкції за допомогою маніпулятора відповідних розмірів. Сам же термін «нанотехнологій» в 1974 році ввів японський фізик Норіо Танігучі.

У січні 2001 року Міжнародна асоціація авторів наукових відкриттів підтвердила встановлення нової фізичної закономірності «Явище утворення наноструктурних вуглецевих комплексів». Пріоритетною датою відкриття став 1997 рік. На основі цього відкриття уперше у світі розроблений промисловий спосіб виробництва вуглецевих суміші що складається з графенів, нановуглецевих трубок з відкритими кінцями.

Дослідницькі зусилля протягом останніх років були зосереджені, в основному, на можливості використання вуглецевих нанотрубок в якості нанорозмірних контейнерів. Цей інтерес був породжений відкриттям

захоплюючих властивостей нанорозмірних трубчатих матеріалів щодо переносу маси. [10].

Серед безлічі запропонованих матеріалів, що абсорбують водень, - вуглецеві наноструктури мають один з найбільш високих сорбційних показників.

Найбільший інтерес в даному випадку представляють вуглецеві нанотрубки, які разом з металами і рідинами можуть заповнюватися газоподібними речовинами і зв'язувати велику його кількість.

Вказана здатність нанотрубок має велике практичне значення, оскільки відкриває можливість безпечного зберігання H_2 з метою його подальшого використання в якості екологічно чистого палива в силових установках на паливних елементах [11].

Нанотехнології також торкнулися області медицини. Однією з ключових можливостей нанотрубок стосовно біології і медицині є те, що вони можуть легко поглинатися клітинами і тому можуть виступати в ролі носіїв різних молекул, необхідних для лікування та діагностики. Більш того, їх унікальні електричні, спектральні і термічні властивості в рамках біологічних застосувань створюють нові можливості для виявлення і лікування захворювань. Багатьма навчальними і виробничими лабораторіями по всьому світу інтенсивно досліджуються не тільки терапевтичні і діагностичні застосування нанотрубок, а також їх токсичність і можливі викликані ними патології. Баланс ризику та переваг цього матеріалу, за оцінками, у всіх цих застосуваннях і відповідь на питання про подальше застосування цього матеріалу [12].

Ліки часто використовують у вигляді наночасток або поміщують в нанокапсулу. Іноді, навіть просто контакт нанокапсули з хворою клітиною може бути цінною лікувальною дією. Зовсім нещодавно з'явилися антипухлинні препарати у формі нанокапсул. Такі препарати діють сильніше за звичайних, але атакують головним чином клітини пухлини, не вражаючи

організм в цілому (на відміну від традиційних онкологічних засобів). Ефективність лікування за рахунок цього зростає у багато разів.

У медицині розвиватиметься рання і точна діагностика на основі наносенсорів. Точкова доставка ліків у формі нанокapsул прямо в уражені клітини допоможе впоратися з множиною захворювань. Дослідження в області наноструктурованих матеріалів і біоактивних покриттів можуть привести до революції в протезуванні - створенню повноцінних штучних кінцівок. Швидкий аналіз індивідуальної ДНК допоможе вчасно запобігати важким захворюванням і налаштувати ліки на особливості пацієнта.

Синтезовані нанотрубки нерозчинні у більшості органічних і водних розчинників і, таким чином, поверхня нанотрубок повинна бути попередньо модифікована для будь-яких біологічних застосувань. Так, було показано, що хімічно модифіковані нанотрубки є унікальними переносниками нуклеїнових кислот. Їх використовували для спрямованого переносу малих органічних молекул (наприклад, ліків від раку), як платформу для спрямованого переносу антибіотиків і для переносу білкових і вуглеводних замінників. Однак вуглецеві нанотрубки до цього моменту ще знаходяться на ранній стадії медичної розробки, ефективність і обмеження в їх застосуванні належить ретельно вивчити. Можлива токсичність цих матеріалів дуже активно обговорюється.

Вчені з Trinity College Dublin за участю колег з University Paris 11 (Франція) запропонували новий метод визначення токсичності наноматеріалів на ранніх стадіях. Впливу одностінних вуглецевих нанотрубках на живі організми присвячено багато досліджень. Як правило, вважається, що головними причинами шкідливих ефектів є окислювальний стрес (обумовлений самим наноматеріалом або домішками перехідних металів) і запальний відгук. Новий підхід до визначення токсичності вуглецевих нанотрубок, запропонований вченими, заснований на процесі формуванні білків, що містять цитрулін. Раніше автори продемонстрували, що деякі наноматеріали викликають цитрулінування білків, а це може

призвести до виникнення аутоімунних захворювань, наприклад, ревматоїдного артриту [13].

Також активно ведуться дослідження взаємодії води з вуглецевими нанотрубками. Так, науковий колектив з Японії розглянув механізм транспорту молекул води в порожнині одностінної вуглецевої нанотрубки. За допомогою комп'ютерного моделювання методом Монте-Карло та рентгенівської дифракції авторам вдалося визначити структуру та оцінити стійкість молекулярних комплексів H_2O при введенні води в нанотрубку і на виході з нанотрубки. Виявилось, що при завантаженні води відбувається формування щільних кластерів, в той час як на виході з каналу автори спостерігали шарувату структуру. Водневі зв'язки між молекулами виявляються сильнішими при впровадженні води в нанотрубку, ніж при її виведенні. Це дозволить з легкістю транспортувати воду по вуглецевим нанотрубкам, що призведе до можливого створення нанорозмірних насосів та гідравлічних механізмів.

2.2. Перенос рідин всередині вуглецевих нанотрубок – розрахунки із перших принципів

Метою даної роботи є зрозуміти на атомарному рівні поведінку потоку рідин (води та метанолу) в нанорозмірних обмежених просторах з циліндричною геометрією, зокрема, всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками і покритими всередині атомами Au (Рис.1). В експериментах роботи [14] було продемонстровано ефект осушування тонкими плівками Au, осаджених на різні, як вважається, погано змочувані підкладки: графени, SiO_2 .

Нами проведені розрахунки енергетичних бар'єрів міграції (переносу, транспорту) молекул води (метанолу) через нанотрубки типу «зигзаг» (15,0) в рамках методів функціоналу електронної густини та псевдопотенціалу із

перших принципів. Усі розрахунки були зроблені за допомогою власного програмного коду [15-28].

У даній роботі електронні властивості плівок досліджувалися в розрахунках із перших принципів. Результати були одержані за допомогою авторського програмного коду, що реалізує квантово-механічну динаміку Кар-Паррінелло з використанням локального наближення функціоналу електронної густини та нормозберігаючого псевдопотенціалу із перших принципів Бечелета, Хеменна, Шльотера або Хартвігсена, Гоедеккера, Хьюттера. Основні стани електронно-ядерних систем виявлялися за алгоритмом квантової динаміки, якщо одночасно оптимізувалися змінні електронної та ядерних підсистем, або шляхом діагоналізації матриці Кона-Шема, якщо визначалися тільки електронні змінні при фіксованих атомних остовах.

У даних розрахунках одночастинкова хвильова функція $\psi_i(\vec{r})$ розкладалася в ряд за плоскими хвилями, довжина ряду вибиралася такою, щоб на один атом базису приходилося близько 20 плоских хвиль.

Особливості міграції молекул води та метанолу всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками і покритими всередині атомами золота оцінювалася енергетичними затратами під час розповсюдження молекул вздовж вісі ВНТ. Алгоритм обчислення полягав у наступному. Початкова структура модельних об'єктів генерувалася таким чином, щоб молекули рідин були вирівняні в бажаній конфігурації та встановленні на невеликій відстані одна від одної всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками або покритими атомами золота. При цьому найменше значення відстані між молекулами води (або метанолу) повинно дорівнювати сумі борівських радіусів найближчих атомів, з яких складаються молекули води (або метанолу), що мігрують всередині вуглецевої нанотрубки. Стартова відстань між найближчими атомами кисню в молекулах води (або атомами водню в молекулах метанолу) становила 3.2 Å. Енергія такої структури обчислювалася за формулою та зберігалася:

$$\begin{aligned}
\frac{E_{total}}{\Omega} = & \sum_{\vec{k}, \vec{G}, i} |b_i(\vec{k} + \vec{G})|^2 \frac{\hbar^2}{2m} (\vec{k} + \vec{G})^2 + \frac{1}{2} 4\pi e^2 \sum_{\vec{G}} \frac{|\rho(\vec{G})|^2}{\vec{G}^2} + \sum_{\vec{G}} \varepsilon_{xc}(\vec{G}) \rho^*(\vec{G}) + \\
& + \sum_{\vec{k}, \vec{G}, \vec{G}', i, l, s} S_s(\vec{G} - \vec{G}') \Delta V_{l,s}^{NL}(\vec{k} + \vec{G}, \vec{k} + \vec{G}') b_i(\vec{k} + \vec{G}) b_i^*(\vec{k} + \vec{G}') + \sum_{\vec{G}, s} S_s(\vec{G}) V_s^L(\vec{G}) \rho^*(\vec{G}) + \\
& + \left\{ \sum_s a_s \right\} [\Omega^{-1} \gamma_{Ewald}]
\end{aligned}$$

де \vec{k} має значення із першої зони Бриллюена суперрешітки, \vec{G} – вектор оберненої решітки, $\Psi_i(\vec{k} + \vec{G})$ – коефіцієнт з розкладу хвильової функції, i – позначає зайняті стани для певного \vec{k} , $\rho(\vec{G})$ є коефіцієнт з розкладу густини валентних електронів, s нумерує атоми в одиничній комірці, $S_s(\vec{G})$ є структурним фактором, V_s^L є локальний (l – незалежний) сферично симетричний псевдопотенціал, l – позначає квантове орбітальне число, $\Delta V_{l,i}^{NL}$ є нелокальна (l -залежна) добавка до V_s^L , Z_s – заряд іонного остову, γ_{Ewald} – це енергія Маделунга точкових іонних остовів.

Визначався напрямок міграції молекули – він був обраний уздовж вісі вуглецевої нанотрубки та крок зміщення (0.1 Å). Дві молекули води (або метанолу) переміщувались вздовж вісі вуглецевої нанотрубки в протилежних напрямках. Для кожної атомної конфігурації, що відповідала елементарному кроку переміщення, обчислювалася повна енергія, тим самим, генеруючи енергетичний рельєф уздовж траєкторії міграції води (або метанолу) всередині вуглецевої нанотрубки.

На рис. 1. схематично показана міграція молекули води (або метанолу) всередині вуглецевої нанотрубки. Стрілкою позначено напрям руху молекули води (або метанолу), а крапками – стартова і кінцева позиції молекул, в яких обчислювалася енергія досліджуваного об'єкта.

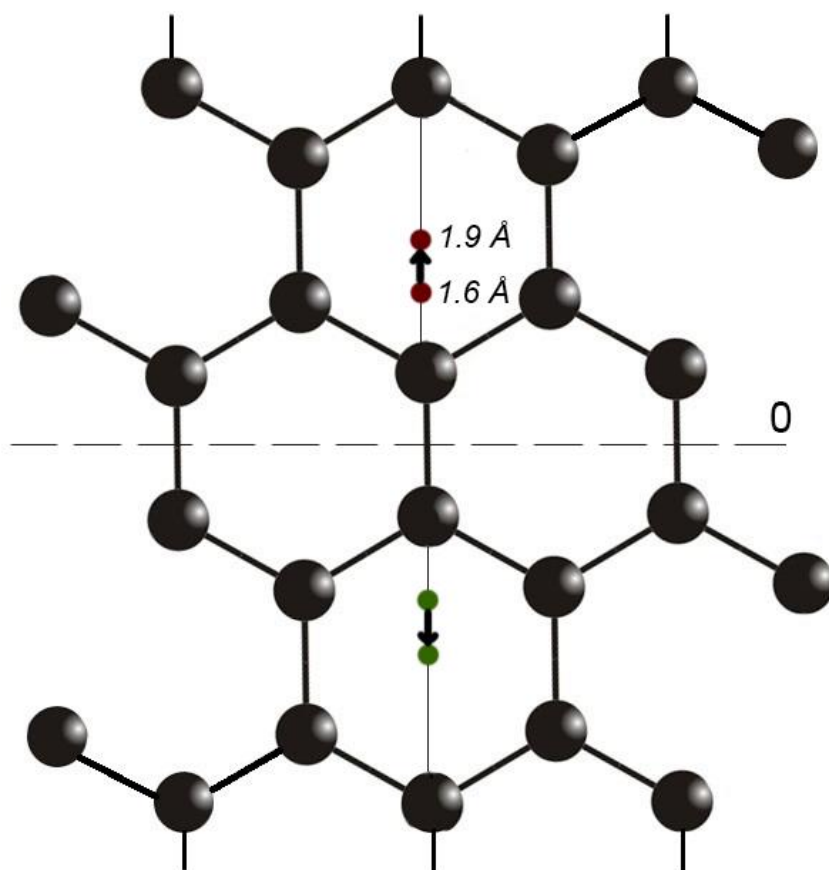


Рис. 1. Схематичне зображення міграції молекули води (або метанолу) всередині вуглецевої нанотрубки

У зв'язку з тим, що алгоритм обчислень передбачав наявність трансляційної симетрії в досліджуваній атомній системі, спочатку була створена суперкомірка тетрагонального типу. Її параметри і атомний базис визначалися об'єктом дослідження. Атомний базис примітивної комірки штучної решітки для відтворення міграції води всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та покритими всередині атомами золота складався із 126 та 146 атомів відповідно; а для відтворення потоку метанолу всередині нанотрубки – з 132 та 152 атомів (рис.2). При цьому на 120 атомів карбону вуглецевої нанотрубки приходиться 20 атомів золота, які розташовуються в радіальному напрямку безпосередньо над атомами

карбону. Трансляція описаних комірок приводила до формування потоку молекул води (метанолу) всередині нескінченної вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та покритими всередині атомами золота з лінійною густиною у 2 молекули на 8,526 погонних Å.

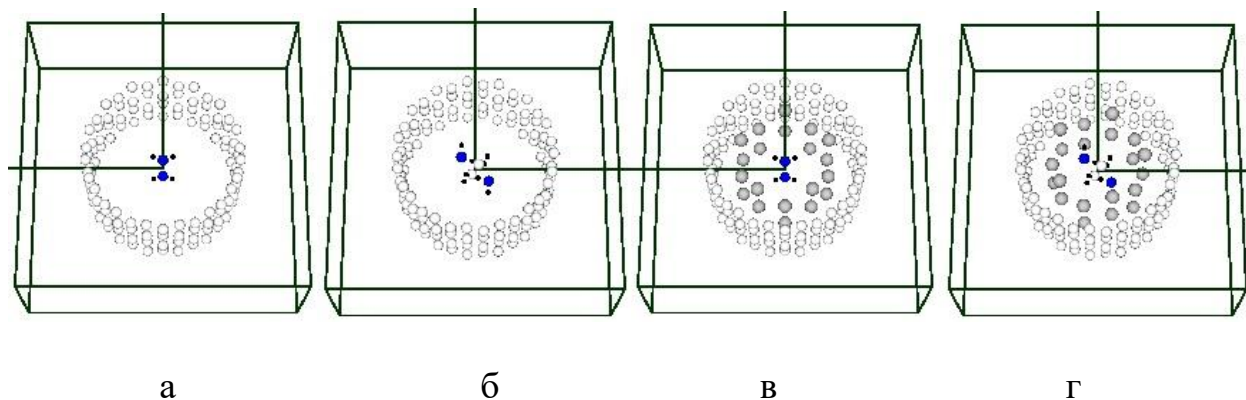


Рис. 2. Примітивна комірка суперрешітки, атомний базис якої відтворює міграцію молекул води або метанолу всередині нескінченної вуглецевої нанотрубки з чистими стінками (а, б) і покритими атомами золота (в, г)

На підставі результатів обчислень, виконаних за допомогою власного програмного коду [11], розрахована повна енергія моделі атомних систем, просторові розподіли густини валентних електронів і перетини цих просторових розподілів. На рис.3 - рис.6 приводяться зміни повної енергії атомної системи: вуглецева нанотрубка з чистими стінками та покритими атомами золота під час міграції уздовж її вісі молекул води (або метанолу).

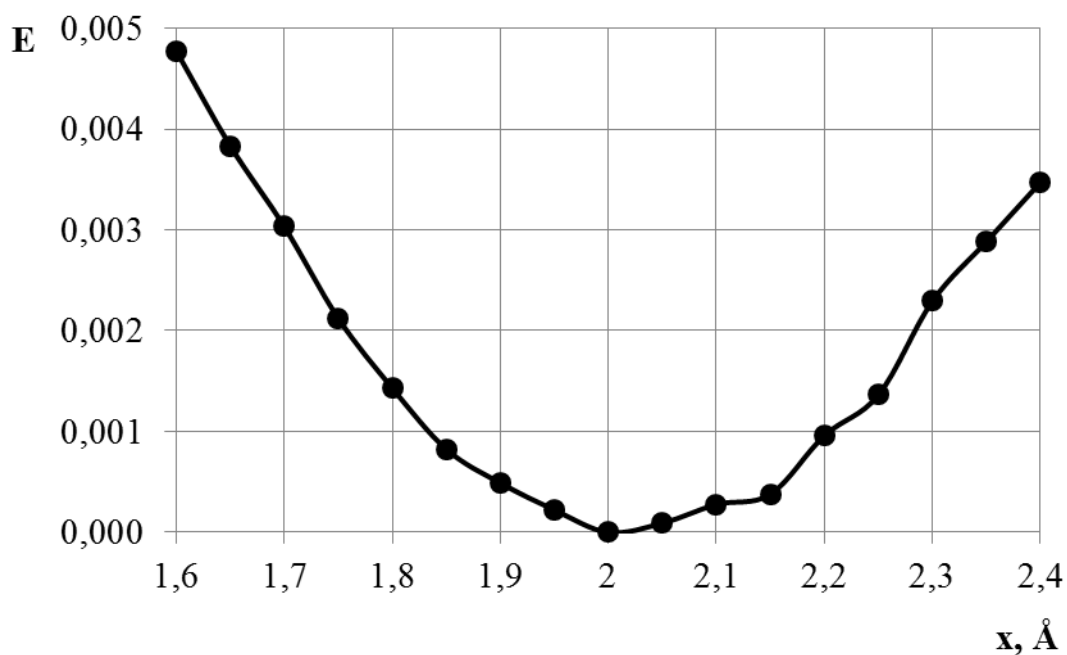


Рис.3. Потенціальний рельєф зміщення молекули води уздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками. Енергія подається в атомних одиницях на один атом, відстань – у Å

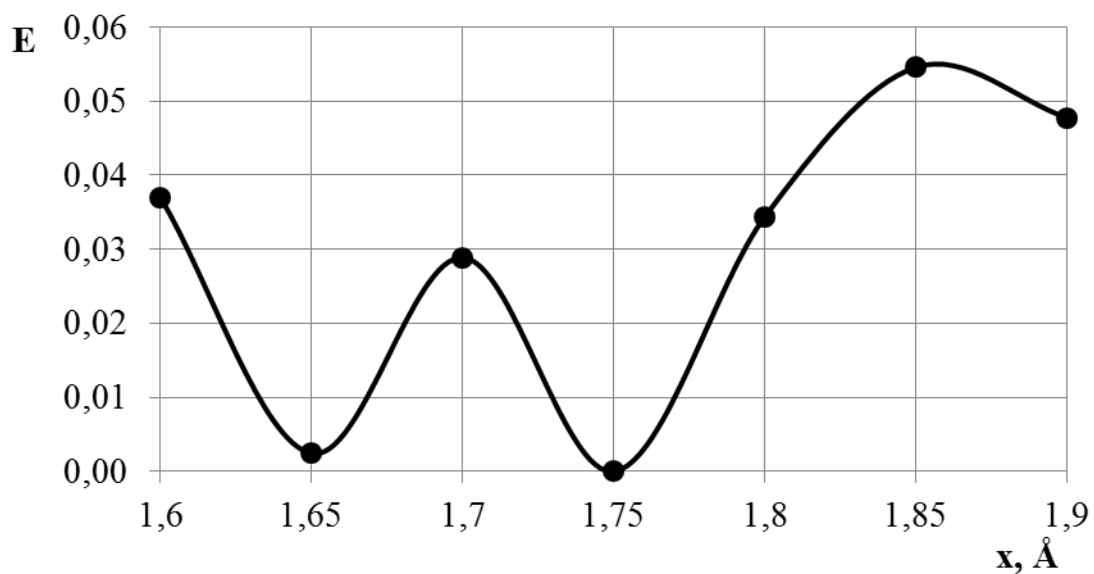


Рис.4. Потенціальний рельєф зміщення молекули води уздовж вісі вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими зсередини атомами золота. Енергія подається в атомних одиницях на один атом, відстань – у Å

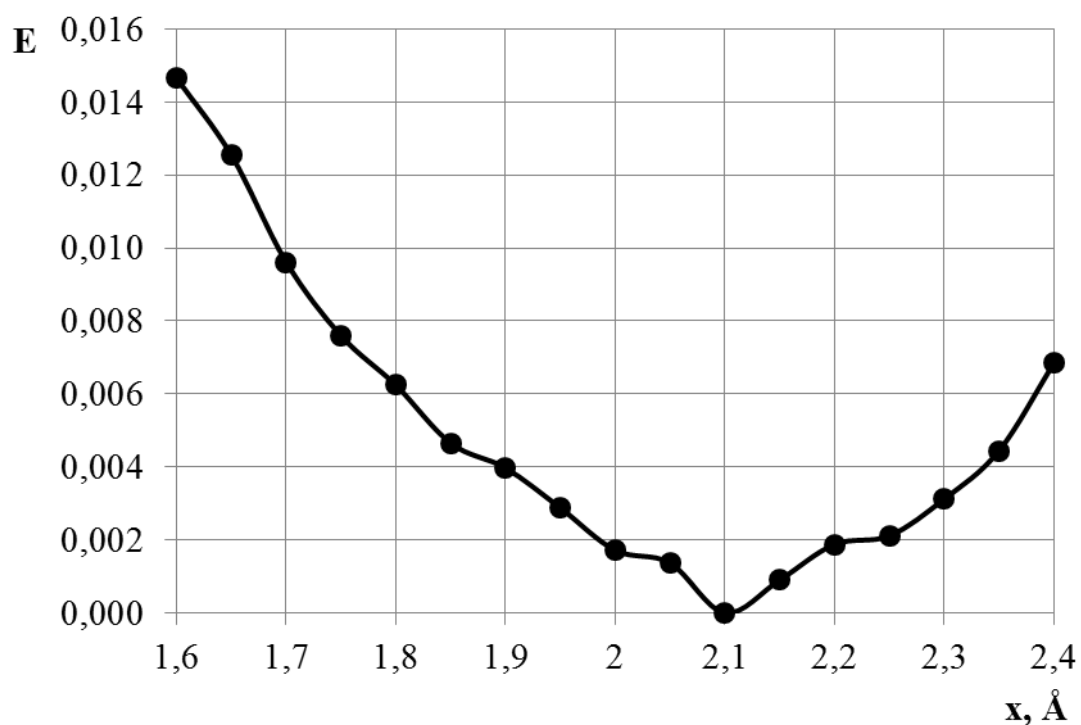


Рис.5. Потенціальний рельєф зміщення молекули метанолу уздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками. Енергія подається в атомних одиницях на один атом, відстань – у Å

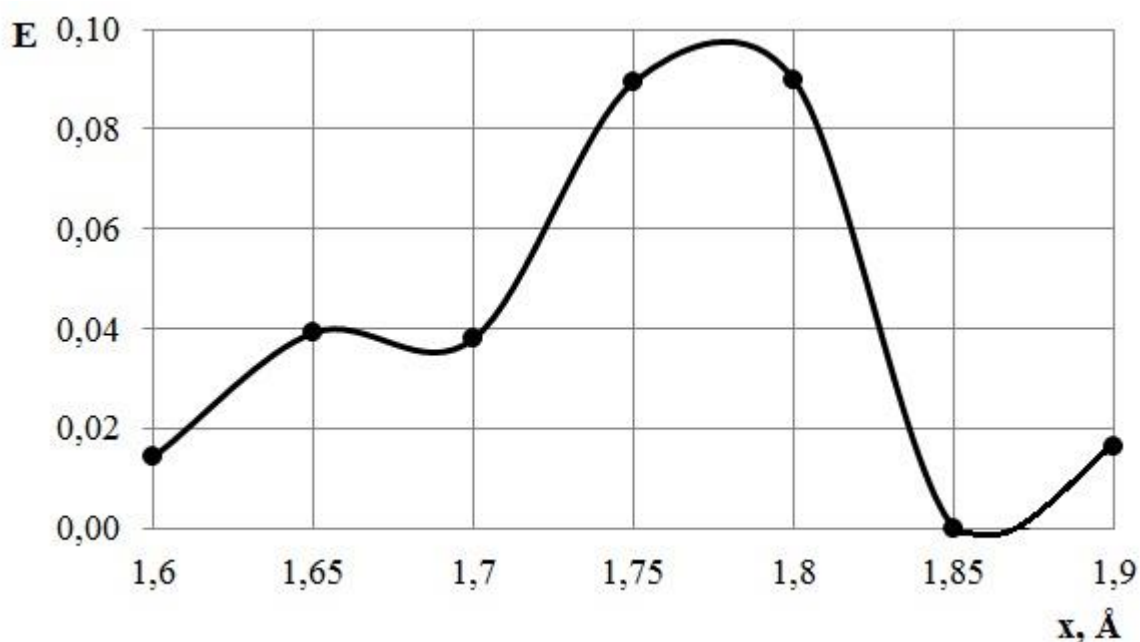
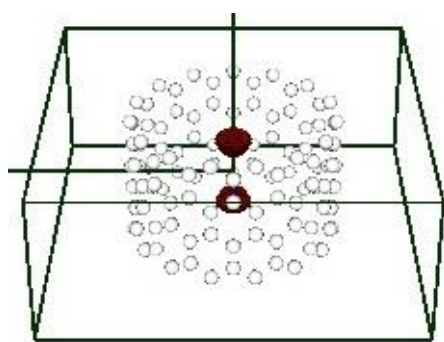


Рис.6. Потенціальний рельєф зміщення молекули метанолу уздовж вісі вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими зсередини атомами золота. Енергія подається в атомних одиницях на один атом, відстань – у Å

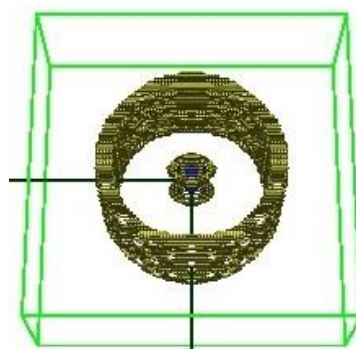
Рис.3 та рис.5 що відображають потенціальні рельєфи міграції молекул води або метанолу (відповідно) вздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками. Характери зміни енергії на рисунках мають правильні синусоїдні вигини – на рис.3 та рис.5 показані тільки частини шляху, що проходять молекули уздовж правильного, періодичного розташування атомів карбону, котрими викладені стінки ВНТ. При цьому різниця енергій між максимумом та мінімумом потенціального рельєфу для міграції молекул води складає 0.0048, а для молекул метанолу – 0.011 атомних одиниць на один атом. Видно, що перенос метанолу у ВНТ відбувається, майже, на два порядки затратніше за енергією.

Коли ж молекули води або метанолу (див. рис.4 та рис.6 відповідно) мігрують всередині вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими атомами золота, енергетичний профіль має інший характер. Так, спостерігаємо немонотонні коливання величини повної енергії атомної системи. Немонотонність зв'язана з не суцільним покриттям стінок ВНТ атомами золота. При цьому різниця енергій між максимумом та мінімумом потенціального рельєфу для міграції молекул води складає 0.0546, а для молекул метанолу – 0.0898 атомних одиниць на один атом. Рух молекул у цьому випадку потребує більших енергетичних затрат.

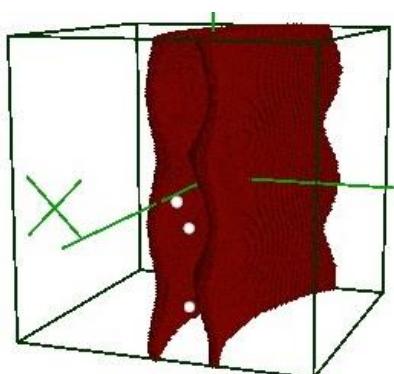
На рис.7. - рис.10. приводяться зміни просторових розподілів густини валентних електронів, що супроводжують міграцію молекули води (або метанолу) уздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та покритими атомами золота. На рис.11. - рис.14. приводяться перетини цих розподілів у взаємно перпендикулярних напрямках.



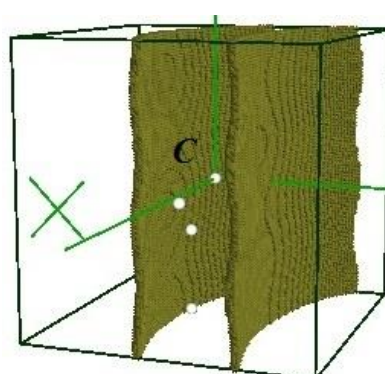
а



б

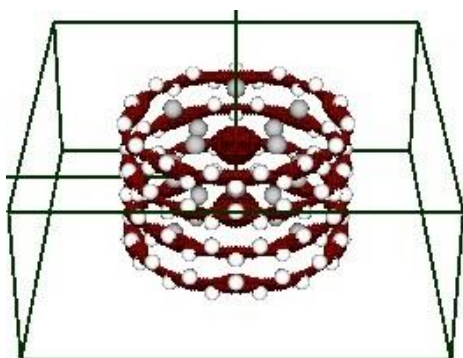


в

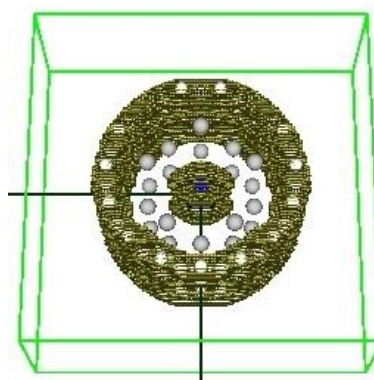


г

Рис.7. Просторові розподіли густини валентних електронів для ізозначення 0.7-0.8 від максимального (а) та 0.4-0.5 від максимального (б) молекул води, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та просторові розподіли густини валентних електронів для ізозначення 0.7-0.8 від максимального (в) та 0.4-0.5 від максимального (г) в околиці радіусом 2,65 Å біля атому карбону. Відстань між найближчими атомами кисню, з яких складаються молекули води становить 3.2 Å



а



б

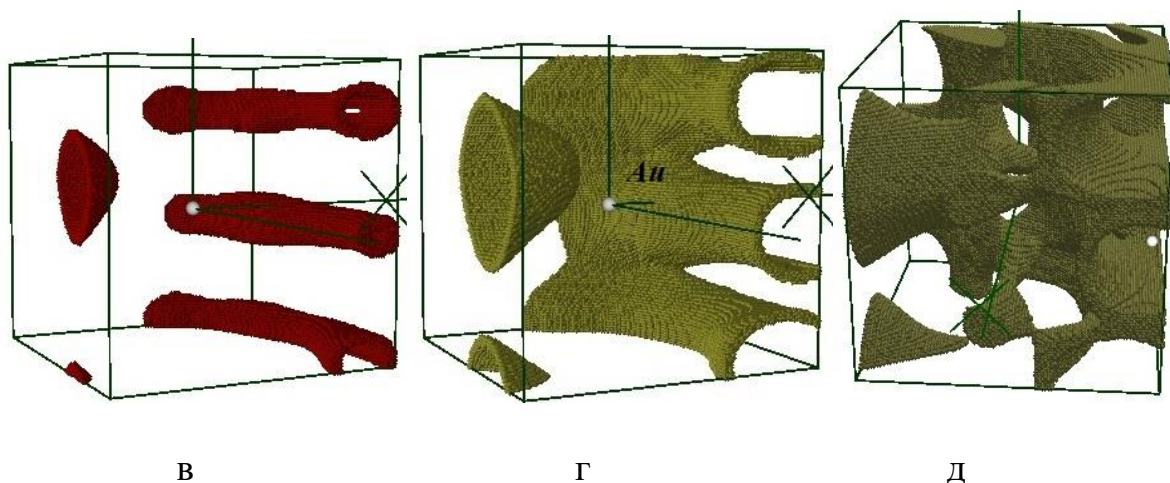
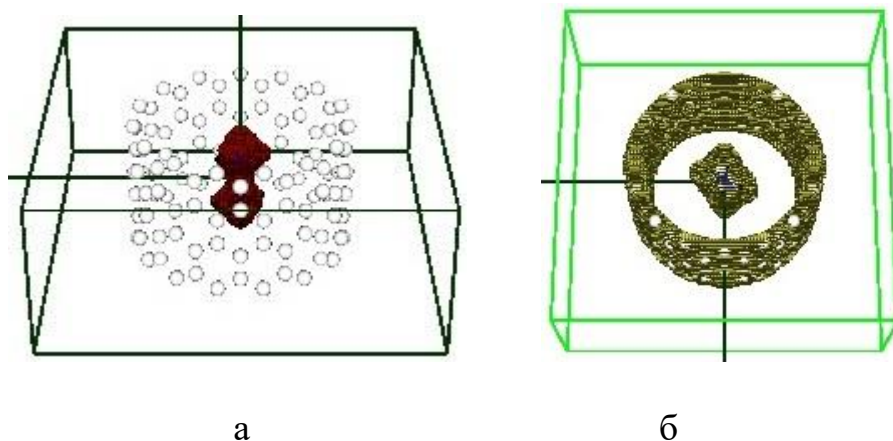


Рис.8. Просторові розподіли густини валентних електронів для ізозначення 0.7-0.8 від максимального (а) та 0.4-0.5 від максимального (б) молекул води, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими атомами золота та просторові розподіли густини валентних електронів для ізозначення 0.7-0.8 від максимального (в) та 0.4-0.5 від максимального (г) та 0.3-0.4 від максимального (д) в околиці радіусом 2,65 Å біля атому золота. Відстань між найближчими атомами кисню, з яких складаються молекули води становить 3.2 Å



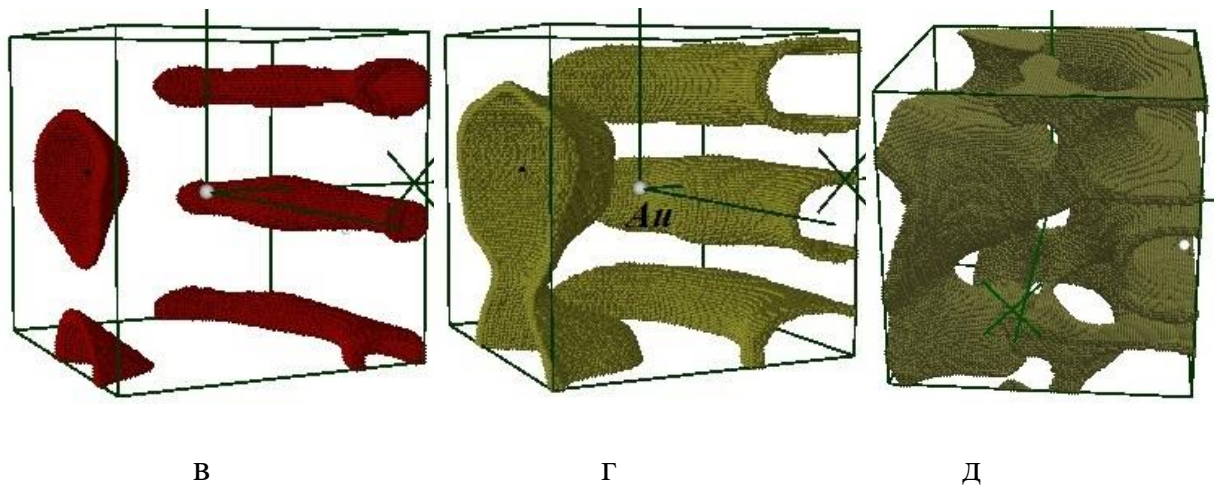


Рис.10. Просторові розподіли густини валентних електронів для ізозначення 0.7-0.8 від максимального (а) та 0.4-0.5 від максимального (б) молекул метанолу, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими атомами золота та просторові розподіли густини валентних електронів для ізозначення 0.7-0.8 від максимального (в) та 0.4-0.5 від максимального (г) та 0.3-0.4 від максимального (д) в околиці радіусом 2,65 Å біля атому золота. Відстань між найближчими атомами водню, з яких складаються молекули метанолу становить 3.2 Å

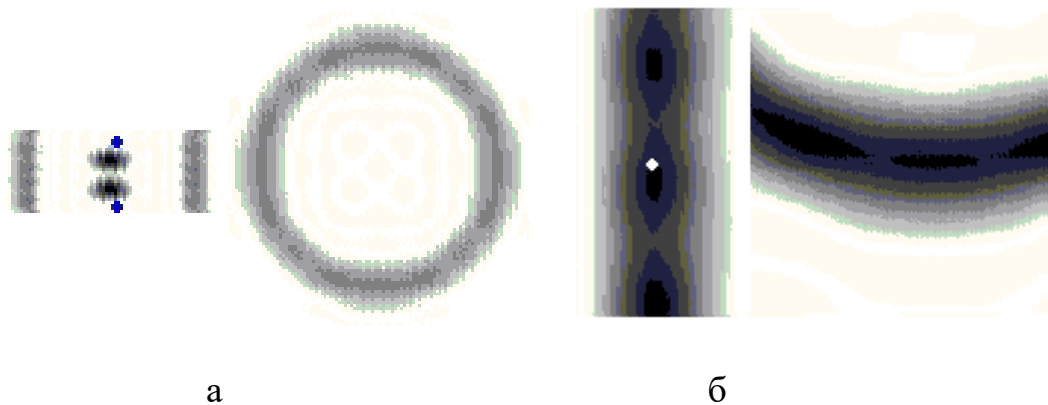


Рис.11. Взаємно перпендикулярні перетини просторої густини валентних електронів молекул води, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками (а) та в околиці радіусом 2,65 Å біля атому карбону (б). Відстань між атомами кисню, з яких складаються молекули води становить 3.2 Å

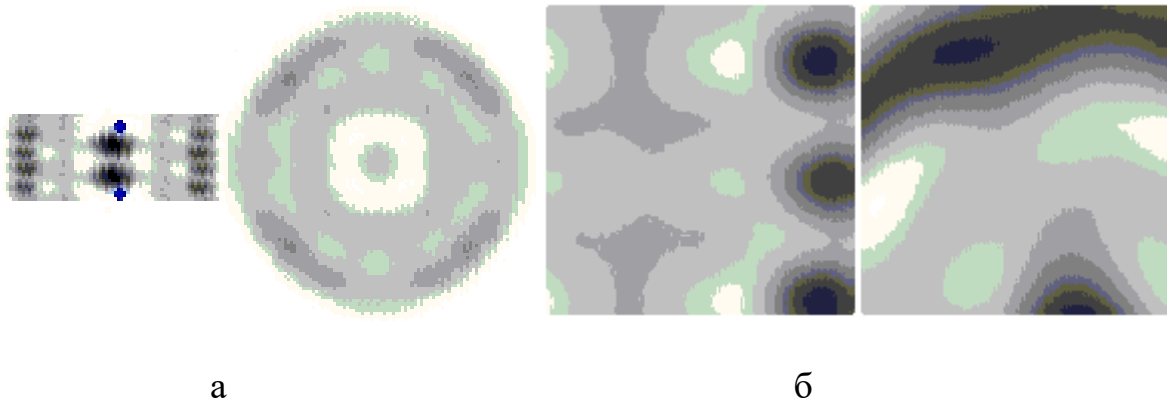


Рис.12. Взаємно перпендикулярні перетини просторої густини валентних електронів молекул води, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими атомами золота (а) та в околиці радіусом 2,65 Å біля атома золота (б). Відстань між атомами кисню, з яких складаються молекули води становить 3.2 Å

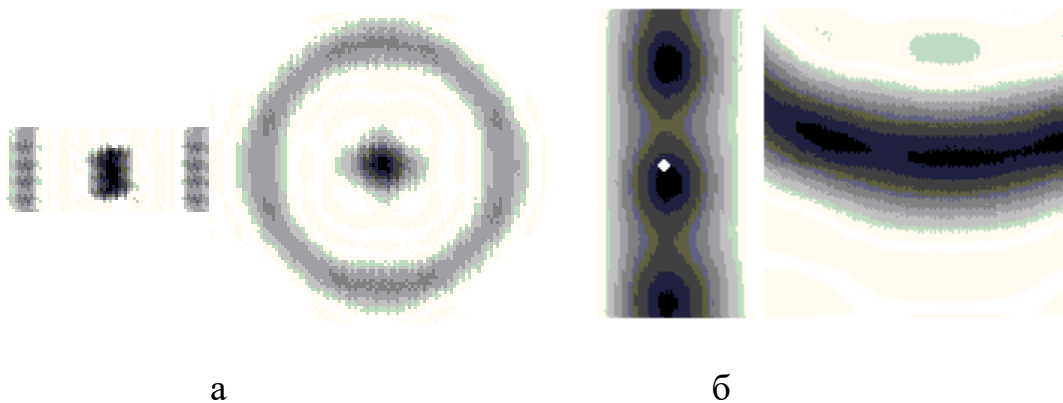
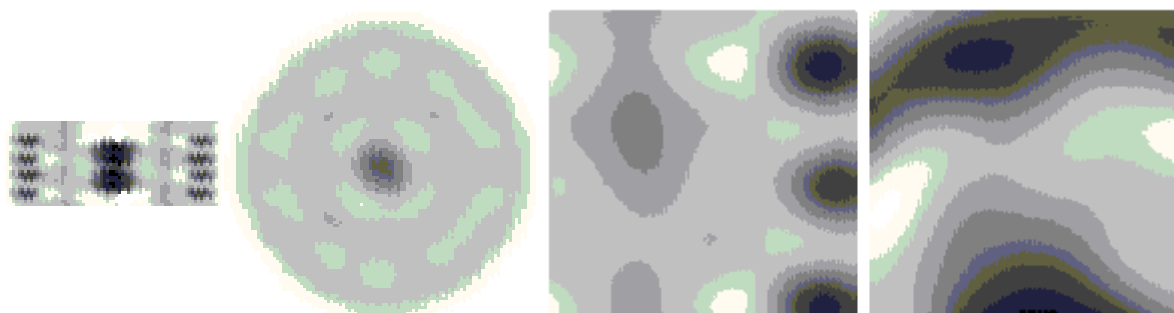


Рис.13. Взаємно перпендикулярні перетини просторої густини валентних електронів молекул метанолу, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки з чистими стінками (а) та в околиці радіусом 2,65 Å біля атому карбону (б). Відстань між найближчими атомами водню, з яких складаються молекули метанолу становить 3.2 Å



а

б

Рис.14. Взаємно перпендикулярні перетини просторої густини валентних електронів молекул метанолу, що мігрують вздовж вісі вуглецевої нанотрубки зі стінками покритими атомами золота (а) та в околиці радіусом $2,65 \text{ \AA}$ біля атома золота (б). Відстань між найближчими атомами водню, з яких складаються молекули метанолу становить 3.2 \AA

Елементарні атомні процеси, що протікають всередині вуглецевої нанотрубки під час міграції води чи метанолу визначаються взаємодіями молекул, що рухаються, з поверхнею нанотрубки. Був зафіксований обмін електронним зарядом між молекулами, що мігрують, з атомами золота (див. рис.8 та рис.10).

Отже, методами функціоналу електронної густини та псевдопотенціалу із перших принципів отримані розподіли густини валентних електронів та повні енергії при міграції молекул води або метанолу всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та покритими зсередини атомами золота.

Масоперенос метанолу через вуглецеві нанотрубки типу «зигзаг» (15,0) відбувається на два порядки затратніше за енергією ніж води.

Масоперенос води та метанолу через вуглецеві нанотрубки з покритими атомами золота внутрішніми стінками потребує на порядок більше енергії ніж через чисті нанотрубки.

Висновки до РОЗДІЛУ 2

Проаналізовані дослідження останніх років, що були зосереджені на можливості використання вуглецевих нанотрубок в якості нанорозмірних контейнерів та як платформи для направлено переносу рідин.

Методами функціоналу електронної густини та псевдопотенціалу із перших принципів отримані розподіли густини валентних електронів, повні енергії для міграції води (або метанолу) всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та покритими зсередини атомами золота.

Масоперенос метанолу через вуглецеві нанотрубки типу «зигзаг» (15,0) відбувається на два порядки затратніше за енергією ніж води.

Масоперенос води та метанолу через вуглецеві нанотрубки з покритими атомами золота внутрішніми стінками потребує на порядок більше енергії ніж через чисті нанотрубки.

ВИСНОВКИ

У процесі літературного огляду було отримано низку важливих теоретичних і практичних висновків.

Визначено поняття про організацію науково-дослідницької діяльності МАН для учнів, її функцій та методологічні рівні наукового пізнання. Оглянутий захід діяльності Малої академії наук України - щорічне проведення Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів .

Визначено поняття і критерії сприяння МАН для виявлення учнів схильних до дослідницької діяльності.

Підкреслено, що «Мала академія наук України» – середовище для талановитих дітей. Унікальна освітня система забезпечує організацію і координацію науково-дослідницької діяльності учнів, створює умови для їх інтелектуального, духовного, творчого розвитку та професійного самовизначення, сприяє нарощуванню наукового потенціалу країни. Запропонована наукова тема із питань матеріалознавства для даної методичної розробки, мета якої показати суть процесів, які відбуваються в природі, запропонувати матеріали, які стануть заміниками природних матеріалів, оскільки відбувається їх виснаження, проблема створення екологічно чистої води та ін. Досягти цього можна лише за умови детального вивчення структури речовини, її складових, властивостей.

Здійснено науково-дослідницьку роботу на тему «Змочування та перенос рідин вуглецевими наноструктурами», технологічний ланцюжок виконання якої включав би традиційні етапи: діагностичний етап, теоретичний, етапи виконання та оцінки результатів.

Проаналізовані дослідження останніх років, що були зосереджені на електричних, оптичних та механічних властивостях вуглецевих нанотрубок, і також на можливості використання вуглецевих нанотрубок в якості нанорозмірних контейнерів та як платформи для направленого переносу рідин.

Методами функціоналу електронної густини та псевдопотенціалу із перших принципів отримані розподіли густини валентних електронів, повні енергії для міграції води (або метанолу) всередині вуглецевої нанотрубки з чистими стінками та покритими зсередини атомами золота та галію.

Масоперенос метанолу через вуглецеві нанотрубки типу «зигзаг» (15,0) відбувається на два порядки затратніше за енергією ніж води.

Масоперенос води та метанолу через вуглецеві нанотрубки з покритими атомами золота внутрішніми стінками потребує на порядок більше енергії ніж через чисті нанотрубки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/pozashkilna-osvita/derzhavni-centri-pozashkilnoyi-osviti/mala-akademiya-nauk-ukrayini>
2. Бюлетень ВАК України, № 9-10, 2011.
3. Голобородько В. В Наукова робота учнів / В. В Голобородько // Управління школою.– 2005.– № 2.– С. 17-27.
4. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження. Методологічні поради молодим науковцям / С. У. Гончаренко.– Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010.– 308 с.
5. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України; головний ред. В. Г. Кремень.– К.: Юрінком Інтер, 2008.– 1040 с.
6. Лаврентьєва Г.П., Шишкіна М.П. Методичні рекомендації з організації та проведення науково-педагогічного експерименту.– Київ: ІТЗН, 2007.– 2 др.арк.
7. Методичні рекомендації щодо написання науково-дослідницької роботи. Науково-методичний центр управління освіти м. Енергодара http://nmc.at.ua/load/normativno_pravove_zabezpechennja_metodichnoji_roboti/instrukciji_rekomendaciji/metodichni_rekomendaciji_shhodo_napisannja_naukovo_doslidnickoji_roboti/6-1-0-41.
8. Романчиков В. І. Основи наукових досліджень: навчальний посібник / В. І. Романчиков. – К.: Центр учбової літератури, 2007.– 254 с.
9. Цехмістрова Г. С. Основи наукових досліджень: навчальний посібник / Г. С. Цехмістрова.– Київ.: Видавничий Дім «Слово», 2003.– 240 с.

10. Somorjai G. A. Concepts, instruments, and model systems that enabled the rapid evolution of surface science / G. A. Somorjai, J. Y. Park // *Surf. Sci.* –2009.– Vol.603 – P.1293 – 1300.
11. Rossmeisl J. Hydrogen production by advanced proton exchange membrane (PEM) water electrolyzers – Reduced energy consumption by improved electrocatalysis/ J. Rossmeisl, Z. W. Qu, H. Zhu, G. J. Kroes, J. K. Norskov// *J. Electroanal. Chem.* – 2007. – Vol.607– P.83 – 89.
12. Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon / S. Iijima // *Nature.* – 1991. – Vol. 354, № 6348. – P.56–58.
13. Majumder M. Carbon Nanotube Membranes: A New Frontier in Membrane Science // in: Enrico Drioli and Lidieta Giorno *Comprehensive Membrane Science and Engineering (Elsevier Science).* – 2010. – V. 1. – P. 291–310.
Taylor H. S. A Theory of the Catalytic Surface // *Proc. R. Soc. London Ser. A* – 1925. – Vol.108 – P.105 – 111.
14. Lee S.-H. et al. Dewetting behavior of electron-beam-deposited Au thin films on various substrates: graphenes, quartz, and SiO₂ wafers // *Appl. Phys. A* . – 2015. – V. 118. – P.389–396.
15. Balabai R.M. Electronic properties of functionalized grapheme nanoribbons // *Ukr. J. Phys.* – 2013. – Vol.4 58 – No.4 – P.389 – 397.
16. Барилка А.Г. Трибологічні характеристики алмазоподібних вуглецевих плівок, покритих воднем або фтором: розрахунки ab initio / Р.М. Балабай, А.Г. Барилка, О.А. Коновал // 6-та Українська наукова конференція з фізики напівпровідників. Матеріали конференції. – Чернівці: Рута, 30 вересня - 4 жовтня 2013. – С.440-441. (0. 25 др.ар.)
18. Барилка А.Г. Трибологічні характеристики алмазоподібних вуглецевих плівок, покритих воднем або фтором: розрахунки ab initio / Р.М. Балабай, А.Г. Барилка // Збірник тез конференції молодих вчених з фізики напівпровідників «Лашкарьовські читання – 2014» з міжнародною участю, Київ, 2-4 квітня 2014 року, Україна. – К. : Видавниче підприємство

“ЕДЕЛЬВЕЙС”, 2014. – 281 с. ISBN 978-966-2748-42-0, С. 180-182. (0.375 др.ар.)

19. Barilka A.G. Wetting of graphene by methanol or water / A.G.Barilka, R.M.Balabai // The International Summer School “Nanotechnology: from fundamental research to innovations” and participants of International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2014). Book of abstracts of young scientists and lecturers of the International Summer School, 23-30 August, 2014. Edited by Dr. Olena Fesenko. – L’viv: Eurosvit, 2014. -600 p. ISBN 978-966-8364-86-0, p.121.

20. Барилка А.Г. Wetting of graphene by methanol or water / А.Г.Барилка, Р.М.Балабай // 6 Міжнародна науково-технічна конференція «Сенсорна електроніка та мікросистемні технології» (СЕМСТ-6) (з виставкою розробок та промислових зразків сенсорів) Україна, Одеса, 29 вересня – 3 жовтня 2014 р.: Тези доповідей / Н. . Кол.: В.А.Сминтина (гол. н.). О.Є.Бєляєв, І.В.Блонський, Я.І.Лепіх [та н.]. – Одеса: Астропринт, 2014. – 268 с. ISBN 978-966-190-910-5, С. 107.

21. Barilka A.G. Tribological characteristics of the diamond-like carbon films covered by hydrogen or fluorine: *ab initio* calculations / A.G.Barilka, R.M.Balabai // Photoelectronics. – 2014. – № 23. – С. 6–16.

22. Barilka A.G. The Flow Behavior of Liquids Inside Carbon Nanotube/ A.G.Barilka, R.M.Balabai // Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems. Materials of XV International Conference / Ed. By Honored scientist of Ukraine, Dr. Chem. Sci., Prof. Freik D.M. – Ivano-Frankivsk: Publisher Goliney O.M., 2015.-400p.

23. Barylka A.G. Graphene wetting by methanol or water / A.G.Barylka, R.M.Balabai // Ukr.J.Phys. 2015.Vol.60,№ 10. 1050-1055.

24. Барилка А.Г. Вплив кривизни графенової площини на її змочуваність водою та метанолом / А.Г.Барилка, Р.М.Балабай // Сучасні проблеми фізики конденсованого стану: Праці IV-ї міжнародної конференції (7-10 жовтня 2015 р., м. Київ). – К., 2015. – 151 с.

25. Барилка А.Г. Поведінка потоку органічних рідин всередині вуглецевих нанотрубок / А.Г. Барилка, Р.М. Балабай // Фізика і хімія твердого тіла. – 2016. – Т.17, №3. – С. 329-335.
26. Барилка А.Г. Вплив кривини графенової площини на її змочуваність водою / А.Г.Барилка, Р.М. Балабай // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2016. – Т.14, № 2. – С. 0235- 0244.
27. Barylka A.G. The transference of liquids inside carbon nanotubes, covered with metals / A.G. Barylka, R.M. Balabai // ICEPOM-10 CONFERENCE ABSTRACTS: зб. тез доповідей X міжнародної конференції ICEPOM-10, (Тернопіль, 23-27 травня 2016). – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.. – 2016. – 209 с.
28. XVI Міжнародна конференція з фізики і технології тонких плівок та наносистем (присвячена пам'яті професора Дмитра Фреїка). Матеріали./ За заг. ред. проф. Прокопіва В.В. – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2017. – 388 с.

АНОТАЦІЯ

Даниличенко Л.С. Методична розробка теми «Змочування та перенос рідин вуглецевими наноструктурами» для застосування учнями ліцеїв у науково-дослідній діяльності МАН : магістерська робота студентки групи ФМм-22 / науковий керівник – доктор фізико-математичних наук, професор Р.М. Балабай. Кривий Ріг, 2023, 57 с.

Визначено інструментарій пошуку та розвитку обдарованої особистості Малою академією наук України. Запропонована та розроблена наукова тема із питань матеріалознавства, спрямованої на дослідження масопереносу рідин через вуглецеві нанотрубки.

Ключові слова: обдарована особистість, Мала академія наук України, науково-дослідницька робота учнів, методична розробка, масоперенос, рідина, вуглецеві трубки.