

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ М.П.ДРАГОМАНОВА  
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



# ФІЗИКА І МАТЕМАТИКА: ВЧОРА, СЬОГОДНІ, ЗАВТРА

*Збірник матеріалів  
Студентської наукової конференції*

(25-27 листопада 2020 р.)

Київ  
Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова  
2020

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Фізико-математичного факультету  
Національного педагогічного університету  
імені М. П. Драгоманова  
(протокол №3 від 30.11.2020)*

**Головний редактор**

**Працьовитий М.В.** доктор фізико-математичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, декан фізико-математичного факультету

**Редакційна колегія:**

**Гончаренко Я.В.** кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри вищої математики

**Горбачук І.Т.** кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи

**Нікіфоров Р.О.** кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри математичного аналізу та диференціальних рівнянь

**Тартачник В.П.** доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії

**Требенко О.О.** кандидат фізико-математичних наук, доцент, заступник декана з наукової та науково-методичної роботи фізико-математичного факультету, доцент кафедри вищої математики (*відповідальний редактор*)

**Швець В.О.** кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедри математики і теорії та методики навчання математики

**Шут М. І.** доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, завідувач кафедри загальної та прикладної фізики

**Чумак М.Є.** доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії

**Фізика і математика: вчора, сьогодні, завтра. Збірник матеріалів Студентської наукової конференції (Київ, 25-27 листопада 2020 р.). – Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2020. – 147 с.**

До Збірника увійшли матеріали конференції, проведеної на фізико-математичному факультеті Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова 25-27 листопада 2020 р.

У виданні представлено доповіді студентів і магістрантів, присвячені актуальним проблемам математики, фізики, астрономії, їх історії і методики навчання, а також перспективам розвитку фізико-математичних наук.

Збірник матеріалів адресований студентам і магістрантам математичних та фізичних спеціальностей закладів вищої освіти.

## Зміст

|   |     |
|---|-----|
| <b>Матеріали пленарного засідання</b>   | 4   |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри вищої математики:</b><br><i>«Сучасна математика та її застосування»</i>   | 18  |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри математичного аналізу та диференціальних рівнянь</b>  | 33  |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри математики і теорії та методики навчання математики</b><br><i>«Методика навчання математики»</i>  | 38  |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри загальної та прикладної фізики</b>  | 56  |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії:</b><br><i>«Теоретична фізика та астрономія»</i>   | 79  |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи:</b><br><i>«Сучасні питання фізико-математичної освіти та науки»</i> | 118 |
| <b>Матеріали секційного засідання кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії:</b><br><i>«Теорія та методика навчання фізики і астрономії»</i>                                | 126 |

***Матеріали пленарного засідання***

**(25 листопада 2020 р.)**

## Програма пленарного засідання

**Керівник:** д. ф.-м. н., професор Працьовитий М.В.

**Секретар:** Шклярська В.Ю., голова Наукового товариства студентів та аспірантів фізико-математичного факультету, студентка 3 курсу

*Дата проведення:* 25 листопада 2020 р. (середа)

*Початок роботи:* 14<sup>00</sup>

*ZOOM:* <https://us02web.zoom.us/j/82675663537?pwd=WHF4cFNLZzR4WDd5SGlHNittK1NsUT09>

### **Вітальне слово**

Декан фізико-математичного факультету, д. ф.-м. н., проф. Працьовитий М.В.  
Голова НТСА ФМФ НПУ імені М.П.Драгоманова Шклярська В.Ю.

- 1. Розвиток у старшокласників навичок 4К (креативність, критичне мислення, комунікація та командна робота) в процесі вивчення перерізів геометричних тіл*  
**Мойсєєнко Наталія Анатоліївна, 2 МСОФп, спеціальність «Середня освіта (Математика)»**  
Науковий керівник: д.п.н., проф. Бевз В. Г.
- 2. Розвиток дослідницьких вмінь і навичок учнів у «Лабораторії інтелектуального розвитку НПУ імені М.П.Драгоманова»*  
**Кротов Павло Вікторович, 2СОФ, спеціальність «Середня освіта (Фізика)»**  
Науковий керівник: к.ф.-м. наук, проф. Горбачук І.Т.
- 3. Трикутний килим Серпінського, означений в термінах  $\mathbb{Q}_2$ -зображення чисел відрізка  $[0;1]$*   
**Трачук Анастасія Ігорівна, 3М, спеціальність «Математика»**  
Науковий керівник: викл. Ратушняк С.П.
- 4. Сторітелінг на уроках математики як засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів основної школи*  
**Черня Ярослава Андріївна, 2 МСОФп, спеціальність «Середня освіта (Математика)»**  
Науковий керівник: д.п.н., проф. Бевз В. Г.
- 5. Арифметичні розклади Кантора*  
**Паталаха Віола Всеволодівна, 1МСОн, спеціальність «Середня освіта (Математика)»**  
Науковий керівник: д. ф.-м. н., проф. Торбін Г. М.

**Кротов Павло Вікторович**

студент 2 курсу  
спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, професор Горбачук І.Т.

## **РОЗВИТОК ДОСЛІДНИЦЬКИХ ВМІНЬ І НАВИЧОК УЧНІВ У «ЛАБОРАТОРІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ НПУ ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА»**

У вересні 2019 року вступив на фізико-математичний факультет Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, фах педагога мені близький, я працюю вчителем фізики з 2018 року. З перших тижнів навчання дізнався про проведення щосуботи в університеті занять для учнів 5-6 класів. На одній із пар до нас завітав один із ініціаторів створення «Лабораторії інтелектуального розвитку» (ЛІР) Пудченко Сергій Анатолійович і запропонував прийняти участь у проведенні занять. Так почалося моє знайомство з ЛІР.

«Лабораторія інтелектуального розвитку» створена за ініціативи завідувача кафедри математичного аналізу і диференціальних рівнянь доцента Нікіфорова Романа Олексійовича, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи професора Горбачука Івана Тихоновича та керівника гуртка «Цікава наука» Пудченка Сергія Анатолійовича [2].

На початку роботи «Лабораторії інтелектуального розвитку» заняття проводились у напрямках: математика, інформатика, фізика та астрономія. З часом залишилися математика, фізика та астрономія. До проведення занять з фізики та астрономії залучені студенти гуртка «Цікава наука» Пусь Олена, Остролуцька Наталія, Челнокова Софія, Півень Максим, Шклярська Валерія, Кротов Павло, Куца Дарина. Заняття відвідували понад 50 дітей, дві групи по 25 учнів.

На сьогодні «Лабораторія інтелектуального розвитку» працює вже другий рік [1]. В його роботі за напрямом «фізика та астрономія» активну участь беруть студенти 2 курсу Кротов П.В., Куца Д.В. та 3 курсу Шклярська В.Ю. Проводиться робота із студентами першого курсу щодо залучення їх до проведення занять.

На мою думку, можливість працювати з дітьми в такому форматі дуже корисно, адже це практика і досвід для майбутніх молодих вчителів. Чим раніше студент педагогічного ВНЗ починає працювати з дітьми, тим раніше в нього формується уява про майбутню роботу, виникають практичні ідеї з методики проведення занять і, відповідно, вдосконаленню навчання з певних тем фізики та астрономії. Також це є мотивацією до навчання, адже студент розуміє, що на заняття до дітей необхідно приходити з якісними знаннями, а не приблизними уявленнями про предмет. Тому ЛІР – це, насамперед, гарний «майданчик» для розвитку студента як фахівця.

Метою роботи Лабораторії інтелектуального розвитку саме з учнями 5-6 класів в напрямку фізика є зацікавити дітей наукою, викликати цікавість до фізичних процесів і явищ, з якими щоденно зустрічаємось у житті. Показати, що природні явища мають пояснення та закономірності, і саме фізика як наука вивчає ці закономірності. Показати, що фізика – це не нудний і незрозумілий урок, який на них чекає в школі у 7 класі, а процес пізнання світу, шлях до цікавих відкриттів у житті.

Колектив студентів і викладачів намагається подати науку в цікавих фактах і демонстраціях. На кожному занятті приводиться історична довідка про відомих вчених, про

фізичне явище, зокрема про те, коли його почали спостерігати, як розвивалось уявлення про це явище, як застосовувати його на практиці.

Зазвичай на кожному із очних занять, заохочуємо учнів зробити своїми руками просту модель фізичного явища, процесу або пристрою. Наприклад, модель реактивного двигуна у вигляді саморобної машинки з повітряною кулькою, яка при випусканні повітря змушувала саморобну машинку рухатись.



Рис. 1. Демонстрація законів механіки, викладач Куца Дар'я.

Для демонстрації світлових явищ і ознайомлення дітей із оптикою використовувався демонстраційний набір з паралельними лазерами.

Цікаві експерименти проводили до теми «Електризація». Повітряна кулька, шматочок вовни і шматочки паперу дозволяють продемонструвати процес електризації тертям і електризацію впливом. Експеримент із повітряною кулькою і органічним склом дозволяє наочно порівняти силу тяжіння і силу Кулона.



Рис. 2. Демонстрація електризації, викладачі Шклярська Валерія, Кротов Павло.

Результат роботи ЛІР – підготовлені, вмотивовані до вивчення математики, фізики, астрономії у навчальних закладах діти, в яких сформований стійкий інтерес до науки, вони розуміють фізичні явища та процеси. Знають, що фізика – наука, яка дає можливість застосовувати і використовувати природні явища та процеси у промисловості та повсякденному житті для користі людям.

### Список використаних джерел:

1. Лабораторія інтелектуального розвитку в НПУ імені М.П. Драгоманова продовжує свою роботу з учнями 5-6 класів. [Електронний ресурс]. Офіційний сайт НПУ імені М.П. Драгоманова на фейсбуці. URL : <https://www.facebook.com/npu.dragomanova/posts/3364764390225534/> (дата звернення: 10.11.2020).
2. Лабораторія інтелектуального розвитку в НПУ імені М.П. Драгоманова [Електронний ресурс]. Офіційний сайт НПУ імені М.П. Драгоманова. URL : <https://npu.edu.ua/novyny/oholoshennia/zahalnounivesytetski/laboratoriia-intelektualnoho-rozvytku-v-npu-im-mp-drahomanova> (дата звернення: 10.11.2020).

*Мойсєнко Наталія Анатоліївна*

магістрантки 2-го р. н.  
спеціальності 014 Середня освіта (Математика)

Фізико-математичного факультету  
НПУ ім. М. П. Драгоманова

*Науковий керівник:* доктор педагогічних наук, професор Бевз В. Г.

## **РОЗВИТОК У СТАРШОКЛАСНИКІВ НАВИЧОК 4К (КРЕАТИВНІСТЬ, КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ, КОМУНІКАЦІЯ ТА КОМАНДНА РОБОТА) В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ПЕРЕРІЗІВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ**

Сучасне суспільство, сучасна професійна діяльність ставить перед кожною людиною певні задачі, які неможливо розв'язати без навичок майбутнього. Скрізь цінуються професіонали, які вміють креативно підходити до вирішення проблем, вміють критично мислити, добре спілкуються з новими цікавими людьми і вміють працювати в команді. Тому, щоб досягти успіхів на життєвому шляху, а саме в професійній діяльності, слід розвивати ці якості саме зі школи.

Це навички чотири «К»: креативність – необхідний складник професійного становлення кожної людини та одна з умов її самореалізації. Тобто, це поняття вмещає в собі здатність людини дивитися на речі під «новим кутом», проявляти фантазію у вирішенні того чи іншого питання, не зациклюватися на старих правилах, а доносити свою думку власним способом. Саме це зараз цінується в працівниках будь-якої сфери діяльності.

Комунікація – один із основних чинників становлення і самовдосконалення особистості та необхідна передумова її успішної співпраці з суб'єктами професійної діяльності. В наш час у молодих людей існує проблема спілкування з незнайомими людьми. І саме це є бар'єром для особистісного розвитку, для працевлаштування і для багатьох інших сфер життя. Тому, крім іншого, учитель має розвивати комунікаційні здібності дітей.

Критичне мислення – один із основних і універсальних інструментів діяльності майбутніх професіоналів кожного напрямку професій, який спрямований на розвиток уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, розуміти сутність проблеми, помічати протиріччя, доводити й робити правильні умовиводи, класифікувати, проводити аналогії, узагальнювати, вибудовувати власну стратегію та ефективну методику тощо. Критично мислити означає аналізувати, порівнювати між собою інформацію, яка надходить до слухача. Вміти адекватно і правильно виражати свою думку стосовно того чи іншого матеріалу. Оскільки в суспільстві і

повсякденному житті людина має критично мислити і «фільтрувати» інформацію, то зараз критичне мислення є одним з популярних трендів в освіті. Про його концепцію і правила впровадження йдеться в Концепції нової української школи [1, с.4].

Командна робота – ефективний інструмент професійної діяльності, використання якого забезпечує розвиток управлінських здібностей та умінь міжособистісної комунікації, здатності вирішувати конфлікти тощо. Це поняття напряму пов'язане з комунікацією. Тому що, коли учні працюють в групах, в команді, вони найбільше спілкуються між собою. У всіх сучасних компаніях прийнято вважати, що командна робота набагато ефективніша ніж робота виконана однією людиною. Проте, не вийде хорошого результату, якщо не організувати роботу команди. І саме цим організатором у школі є учитель.

Постає завдання – розробити методичні рекомендації та прийоми вдосконалення даних навичок в учнів на уроках математики. А конкретніше, як приклад, під час вивчення перерізів геометричних тіл на уроках математики в старшій школі.

Слід зауважити, що геометричні тіла та їх перерізи діти починають вивчати ще в початкових класах. В підручниках молодших класів присутні завдання на перерізи. Прикладом може послугувати підручник «Математика» 2 клас [2, с. 68], в якому є завдання зліпити кубики з пластиліну, і розрізати ці кубики, як показано на малюнках у підручнику.

Далі розглянемо детальніше як на уроках геометрії в 10 та 11 класах можна формувати навички 4 К під час вивчення перерізів геометричних тіл.

Для розвитку креативності на уроках геометрії під час вивчення перерізів я пропоную розв'язувати задачі, які вимагають не лише знання «голої» теорії і простих алгоритмів, а і застосування креативного підходу, нестандартного мислення під час їх розв'язання. Такими задачами можуть бути «відкриті задачі» з підручника Геометрія 10 клас Г. П. Бевз, які вимагають креативного підходу вже на етапі формулювання задачі.

**Приклад 1.** 339. Відкрита задача. Побудуйте переріз тетраедра  $PABC$  площиною, яка проходить через точки ... , методом ... [3, с. 88].

Тут, кожного разу, як вибирають нові точки, будуть виходити нові задачі. Слід розглянути з учнями різні положення точок, при яких можна розв'язати задачу, а в яких випадках – ні; при яких може бути один розв'язок, а за яких – безліч.

Схожими задачами є ті, у яких не наводиться малюнок, а учні самі мають розставити точки по площинах, яким вони належать. Такими задачами багаті сучасні підручники з геометрії.[4, с. 118], [5, с. 102].

Розвивати критичне мислення на уроках геометрії під час вивчення перерізів геометричних тіл можна наступним чином: провівши, для прикладу, урок узагальнення і систематизації з теми «Побудова перерізів многогранників». Суть уроку полягає в тому, що викликається один з учнів класу, який біля дошки будує переріз певного многогранника по-кроково, не пояснюючи ні методу, і кроків побудови. А кожен з учнів класу, по черзі, пояснює, критикує кожен з кроків побудови, наводячи певні теореми, ознаки і означення, які це пояснюють. Це мають бути певні дебати, під час яких учні дискутують і активно обговорюють весь процес побудови. До того ж, такий урок може також розвинути комунікативні здібності, умінь вислухати співрозмовника, з розумінням ставитися до думки оточуючих і грамотно висловлювати свою думку.

Далі, коли буде розв'язана і пояснена попередня задача, беремо іншу, яку вже розв'язує інший учень, а пояснює решта класу.

Краще розвинути комунікативні навички на уроках геометрії можна за рахунок консультаційних хвилин, або навіть уроків, на яких учні виступають в ролі вчителів, спілкуються і пояснюють ті чи інші питання, допомагають вирішувати проблеми, які виникли в однокласників під час вивчення нової теми.

Коли ми доходимо до теми «Побудова перерізів геометричних тіл» у дуже багатьох учнів виникає проблема, пов'язана з недостатнім розвитком уяви. (Знаю це з власного досвіду). Адже тут людина має побачити об'ємну фігуру на плоскій поверхні. І якраз в таких ситуаціях на допомогу приходять сучасні програмні засоби, у яких кожен може побачити і покрутити ту чи іншу фігуру.

Я пропоную розглянути застосування програми Geogebra під час вивчення нашої теми. А саме в такий спосіб: певна група учнів, яка краще зрозуміла тему і навчилася використовувати програму Geogebra, отримає додаткове завдання допомогти однокласникам у побудові перерізів многогранників.

На даний час, навчальною програмою передбачена проектна діяльність учнів на уроках математики. І от для того, щоб розвинути вміння працювати в команді на уроках геометрії в 11 класі, пропоную розробити групою учнів проект під назвою «Перерізи в навколишньому світі». Виконання проекту допоможе учням виконувати певні завдання разом, розподіляти певні ролі між членами команди, обмінюватися інформацією і об'єднувати все в одну гарну доповідь.

Також слід не пропускати перерізи круглих тіл. Адже часто, щоб розв'язати задачу, досить побудувати лише переріз того чи іншого тіла, а щоб це зробити, потрібно знати, яка саме фігура буде в перерізі. Такі задачі дозволяють розвивати креативність, адже правильно побачити як саме перетнути геометричне тіло, щоб положення перерізу було найвигідніше здатні лише креативні люди. І щоб цю креативність розвинути більше слід розглядати складніші перерізи тих самих циліндра і конуса, у яких ми не тільки отримуємо прямокутники, кола чи трикутники, а й еліпси, параболи та частини гіперболи. Детальніше про перерізи тіл обертання описано у нашій роботі [6, с. 55].

У підсумку слід зазначити, що оскільки навички 4К необхідні гарному професіоналу своєї справи у сучасному суспільстві, їх мають закладати ще зі шкільних років. І саме учитель математики (у нашому випадку геометрії) може розвивати ці навички саме під час виконання доцільних завдань на своїх уроках.

#### **Список використаних джерел:**

1. Нова українська школа «Концептуальні засади реформування середньої освіти». – К.: МОН України. 2016. – 40 с.
2. Бевз В. Г. Математика: підруч. для 2 класу закладів загальної середньої освіти / Бевз В. Г., Д. В. Васильєва. – К.: Видавничий дім «Освіта», 2019. – 144 с.
3. Бевз Г. П. Геометрія. Профільний рівень: підруч. для 10 кл., закладів загальної середньої освіти/ Г. П. Бевз, В. Г. Бевз, В. М. Владіміров, Н. Г. Владімірова. – К.: Видавничий дім «Освіта», 2018. – 272 с.
4. Істер О. С. Геометрія (профільний рівень): підруч. для 10 кл., закл. загал. серед. освіти/ О. С. Істер, О. В. Єргіна. – Київ: Генеза, 2018. – 368 с.
5. Мерзляк А. Г. Геометрія: профільний рівень: підручник для 10 кл., закладів загальної середньої освіти/ А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х.: Гімназія, 2018. – 240 с.
6. Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції 15-16 квітня 2020 року «Аксіологічний потенціал історії науки»/ Мойсеєнко Н. А. Конічні перерізи – аксіологічний потенціал математичних знань. – Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві» – 2020. – с 55-57.

Паталаха Віола Всеволодівна  
 Магістратка 1 р.н., МСОН групи  
 спеціальності 014 Середня освіта (Математика)  
 Фізико-математичного факультету  
 НПУ імені М. П. Драгоманова  
**Науковий керівник:** доктор фіз.-мат. наук, проф. Торбін Г. М.

## АРИФМЕТИЧНІ РОЗКЛАДИ КАНТОРА

**Означення.** Нехай  $\{n_k\}$  - деяка фіксована послідовність натуральних чисел, відмінних від 1. Представлення дійсного числа  $x$  з одиничного відрізка у вигляді

$$x = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\alpha_k}{n_1 n_2 \dots n_k} =: \Delta^c \alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots \quad (1)$$

$$\alpha_k = \alpha_k(x) \in \{0, 1, \dots, n_k - 1\},$$

називається розкладом Кантора дійсного числа  $x$ . [1]

У тому випадку, коли послідовність  $\{n_k\}$  утворює арифметичну прогресію, відповідні розклади Кантора (відповідна система числення) називаються **арифметичними розкладами Кантора**.

Для фіксованої послідовності  $\{n_k\}$ , яка визначає розклад Кантора, розглянемо послідовність множин  $V_k \subseteq \{0, 1, \dots, n_k - 1\}$  та наступну множину:

$$C = \{x: x = \Delta^c \alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots, \text{де } \alpha_k \in V_k \subseteq \{0, 1, \dots, n_k - 1\}\}. \quad (2)$$

**Теорема (про потужність).** Нехай  $C$  – множина, породжена розкладом Кантора (2). Тоді справедливі наступні твердження.

- 0) Якщо  $|V_k| = 0$  для деякого  $k$ , то  $C = \emptyset$ .
- 1) Якщо  $\exists i \in \mathbb{N}$  таке, що  $1 = |V_i| = |V_{i+1}| = |V_{i+2}| = \dots$ , то  $\mu(C) = |V_1| \cdot |V_2| \cdot \dots \cdot |V_{i-1}|$ .
- 2) Якщо існує нескінченна множина значень індексів  $k$ , для яких  $|V_k| > 1$ , то множина  $C$  має потужність континуум.

**Наслідок:** множина  $C$  не може бути зчисленною.

**Теорема (про міру Лебега).** Нехай  $C$  – множина, породжена арифметичним розкладом Кантора. Тоді вона є вимірною за Лебегом, причому:

$$\lambda(C) > 0 \Leftrightarrow \sum_{k=1}^{\infty} \frac{n_k - |V_k|}{n_k} < +\infty, \quad \lambda(C) = 0 \Leftrightarrow \sum_{k=1}^{\infty} \frac{n_k - |V_k|}{n_k} = +\infty. \quad (4)$$

**Теорема (топологічні властивості)** Нехай  $C$  – множина, породжена розкладом Кантора (2). Тоді вона є ніде не щільною тоді і тільки тоді коли умова  $|V_k| < n_k$  виконується для нескінченної кількості індексів  $k$ .

Поняття розмірності Хаусдорфа-Безиковича на сьогодні є вже добре відомим, хоча існують складні проблеми обчислення розмірності Хаусдорфа-Безиковича багатьох множин. (див., наприклад, [3, 4].)

**Означення.** Нехай  $H^\alpha(E, \Phi)$  – міра Хаусдорфа множини  $E$  відносно локально тонкої системи покриттів  $\Phi$  (у цьому випадку при формуванні покриттів множини  $E$  дозволяється використовувати лише множини, які входять до системи  $\Phi$ ). Невід’ємне число

$$\dim_H(E, \Phi_M) = \inf \{ \alpha : H^\alpha(E, \Phi) = 0 \}$$

називається розмірністю Хаусдорфа–Безиковича множини  $E$  відносно локально тонкої системи покриттів  $\Phi$ . [3]

**Означення.** Сімейство  $\Phi$  називається *довірчим* для обчислення розмірності Хаусдорфа–Безиковича на відрізку  $[0; 1]$ , якщо

$$\dim_H E = \dim_H(E, \Phi) \text{ для будь-якої множини } E \subset [0; 1].$$

**Означення.** Нехай  $\Phi = \Phi(C)$  – запас циліндричних відрізків  $C$ -розкладу Кантора.

**Теорема .** Сімейство циліндричних відрізків арифметичного розкладу Кантора є довірчим для обчислення розмірності Хаусдорфа–Безиковича на відрізку  $[0; 1]$ .

#### Список використаних джерел

1. Cantor, G.: *Über die einfachen Zahlensysteme*. Z. Math. Phys. 14 (1869), 121–128.
2. Паталаха В. В., *Арифметичні розклади Кантора та їх застосування*. Бакалаврська робота, К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. – 57 с.
3. Турбин А.Ф., Працевитый Н.В. *Фрактальные множества, функции, распределения*. К.: Наукова Думка - 1992. — 209 с.
4. Falconer K., *Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications*. Wiley, 2003. – 367p.

**Трачук Анастасія Ігорівна**

студентка 3 курсу

спеціальності 111 Математика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: викладач Ратушняк С.П.

### ТРИКУТНИЙ КИЛИМ СЕРПІНСЬКОГО, ОЗНАЧЕНИЙ В ТЕРМІНАХ $Q_2$ -ЗОБРАЖЕННЯ ЧИСЕЛ ВІДРІЗКА $[0; 1]$

Фрактальними множинами (фракталами) в широкому сенсі [6] називаються множини, топологічна розмірність яких не співпадає з розмірністю Гаусдорфа–Безиковича. Найпростішим класом множин, які є фрактальними, є самоподібні множини. Дещо складнішими при дослідженні є самоафінні, автомодельні множини. Зокрема останні часто виникають як графіки фрактальних функцій, для побудови яких ефективно використовують різні системи (самоподібні і несамоподібні) кодування (зображення) дійсних чисел. Особливий інтерес викликають фрактальні функції двох змін. Нас цікавить множина точок одиничного квадрату, координати яких задані своїми  $Q_2$ -зображеннями задовольняють нерівність  $\alpha_i(x) + \beta_i(y) \leq 1$ , де  $\alpha_i, \beta_i$  –  $Q_2$ -цифри  $x$  та  $y$  відповідно.

Нехай  $A = \{0; 1\}$  – алфавіт двосимвольної кодування дійсних чисел,  $L = A \times A \times \dots$  – простір послідовностей нулів та одиниць,  $q_0$  – додатний параметр меншу 1 і  $q_1 \equiv 1 - q_0$ . Відомо [1, 3], що для будь-якого числа  $x \in [0; 1]$ , існує послідовність  $(\alpha_k) \in L$  така, що

$$x = \beta_{\alpha_1} + \sum_{k=2}^{\infty} \left( \beta_{\alpha_k} \prod_{j=1}^{k-1} q_{\alpha_j} \right) = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_{k-1} \alpha_k \dots}^{Q_2}, \quad (1)$$

де  $\beta_0 \equiv 0, \beta_1 \equiv q_0$ . Ряд (1) називається  $Q_2$ -представленням числа  $x$ , а його скорочений запис  $\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_{k-1} \alpha_k \dots}^{Q_2}$  –  $Q_2$ -зображенням. Лише злічена множина чисел має два  $Q_2$ -зображення. Це числа виду  $\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_{k-1} 1(0)}^{Q_2} = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_{k-1} 0(1)}^{Q_2}$ . Решта мають єдине зображення. Перші називають  $Q_2$ -бінарними, другі –  $Q_2$ -унарними [1].

Зауважимо, що  $Q_2$ -зображення чисел є класичним двійковим зображенням дійсних чисел при  $q_0 = \frac{1}{2}$ .

Розглядається множина точок евклідової площини, визначена координатами своїх точок у заданій прямокутній декартовій системі координат наступним чином:

$$S = \{M(x, y) : x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{Q_2}, y = \Delta_{\beta_1 \beta_2 \dots \beta_n \dots}^{Q_2}, \alpha_i + \beta_i \leq 1, \alpha_n, \beta_n \in A\}.$$

**Теорема** Множина  $S$  є самоафінним криволінійним трикутником Серпінського, з самоафінною структурою

$$S = S_0 \cup S_1 \cup S_2, \text{ де } S = f_0(S) \cup f_1(S) \cup f_2(S) \quad (2)$$

$$f_0: \begin{cases} x' = q_0 x \\ y' = q_0 y \end{cases}, \quad f_1: \begin{cases} x' = q_1 x + q_0 \\ y' = q_0 y \end{cases}, \quad f_2: \begin{cases} x' = q_0 x \\ y' = q_1 y + q_0 \end{cases} \quad (3)$$

*Доведення.* Нехай

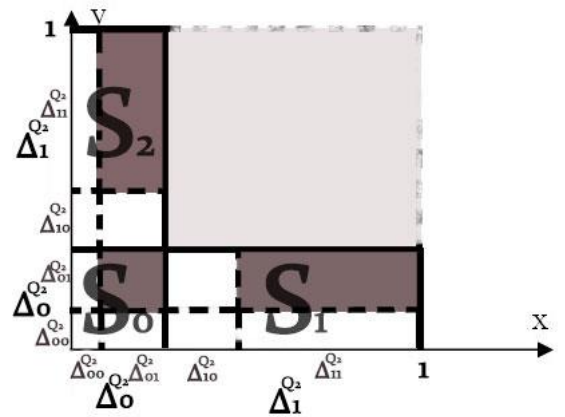
$$F = f_0(S) \cup f_1(S) \cup f_2(S)$$

Доведемо, що  $S = F$ . Для цього спочатку покажемо, що  $F \subseteq S$ . Розглянемо довільну точку  $M(x_M; y_M) \in F$ . Тоді існує  $k \in \{0, 1, 2\}$ , таке що  $M$  належить або до  $S_0$  або до  $S_1$  або до  $S_2$ . Якщо  $M \in S_0$ , це означає, що

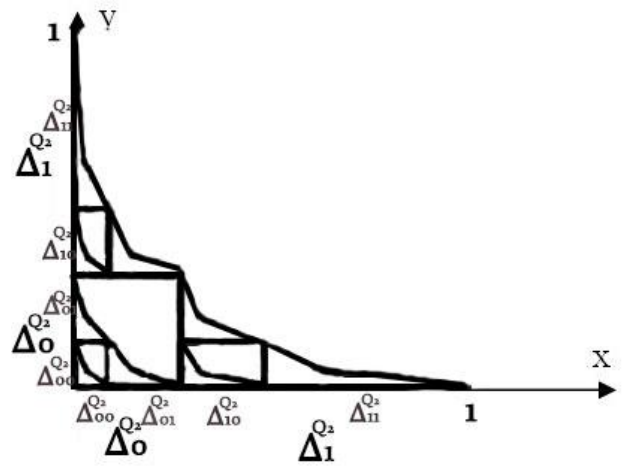
$$\begin{cases} x_M = \Delta_{0\alpha_2\alpha_2\dots}^{Q_2} \\ y_M = \Delta_{0\beta_2\beta_2\dots}^{Q_2} \end{cases}, \text{ тоді бачимо, що } M \in S, \text{ оскільки}$$

сума перших  $Q_2$ -цифр координат точки  $M$  задовольняє нерівність множини  $S$ . Аналогічні міркування проведемо для частин  $S_1$  і  $S_2$  і отримаємо, що довільна точка  $M \in F$  належить множині  $S$ . Тому  $F \subseteq S$ .

Доведемо, що  $S \subseteq F$ . Для цього виберемо довільну точку з множини  $S$  і покажемо, що вона належить  $F$ . Нехай  $M \in S$ , тобто  $M(x_M; y_M)$ , така що  $x_M = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{Q_2}, y_M = \Delta_{\beta_1 \beta_2 \dots \beta_n \dots}^{Q_2}, \alpha_i + \beta_i \leq 1$ . Оскільки відповідні  $Q_2$ -цифри координат  $x$  та  $y$  точки  $M$  в сумі не перевищують 1, тобто можуть набувати значень 00, 01, 10, то довільна точка з множини  $S$  є образом деякої точки при перетворенні  $f_0, f_1, f_2$  відповідно. А тому вона належить множині  $F$ . В силу довільності точки  $M$ , маємо що  $S \subseteq F$ . Тому  $F = S$ . Отже, дійсно множина  $S$  є самоафінною множиною з самоафінною структурою (2).



Множина  $S$  є обмеженою фігурою, так як можна вказати коло скінченного радіуса, яке цілком міститиме точки цієї множини. Оскільки для побудови точок множини  $S$  ми використовуємо числа з відрізка  $[0; 1]$ , то очевидним є те, що прямі  $y = \Delta_{(0)}^{Q_2}$  і  $x = \Delta_{(0)}^{Q_2}$ , точки яких належать множині  $S$  в прямокутній декартовій системі координат, задають бічні «сторони» (катети) трикутника Серпінського. Основою трикутника Серпінського є множина точок  $M(x; y)$ , де  $[0; 1] \ni x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n}^{Q_2}$ ,  $y =$



$\Delta_{[1-\alpha_1][1-\alpha_2] \dots [1-\alpha_n] \dots}^{Q_2}$ , які також є точками графіка сингулярної функції  $y = I(x)$ . Справді, оскільки множина  $S$  складається з точок одиничного квадрата, відповідні  $Q_2$ -цифри яких в сумі не перевищують 1, тобто  $\alpha_i(x) \leq 1 - \beta_i(x)$ , то межею множини  $S$  буде множина точок, для яких виконується рівність  $\alpha_i(x) = 1 - \beta_i(x)$ . А тому графік інверсора  $Q_2$ -цифр чисел відрізка  $[0; 1]$  співпадає з «криволінійною гіпотенузою» даного самоафінного трикутника Серпінського. Нагадаємо, що інверсор цифр  $Q_2$ -зображення чисел [3] при  $q_0 \neq \frac{1}{2}$  є неперервною строго спадною сингулярною (похідна якої рівна нулю майже скрізь у розумінні міри Лебега) функцією. Тому множина  $S$  є самоафінним криволінійним трикутником Серпінського. Теорему доведено.

*Наслідок. Самоафінна розмірність множини  $S$  є дорівнює*

$$x = \log_{\{q_0; \sqrt{q_0 q_1}; \sqrt{q_0 q_1}\}} 1. \quad (4)$$

Справді, використовуючи формули афінного перетворення (3) складемо рівняння для визначення самоафінної розмірності:

$$\begin{aligned} & \left| \begin{array}{cc} q_0 & 0 \\ 0 & q_0 \end{array} \right|^{x/2} + \left| \begin{array}{cc} q_1 & 0 \\ 0 & q_0 \end{array} \right|^{x/2} + \left| \begin{array}{cc} q_0 & 0 \\ 0 & q_1 \end{array} \right|^{x/2} = 1, \\ & (q_0^2)^{x/2} + (q_0 q_1)^{x/2} + (q_0 q_1)^{x/2} = 1, \\ & q_0^x + (\sqrt{q_0 q_1})^x + (\sqrt{q_0 q_1})^x = 1, \\ & q_0^x + 2 \cdot (\sqrt{q_0 q_1})^x = 1. \end{aligned}$$

Розв'язком такого рівняння використовуючи полілогарифми [5] буде  $x = \log_{\{q_0; \sqrt{q_0 q_1}; \sqrt{q_0 q_1}\}} 1$ .

У випадку коли  $q_0 = \frac{1}{3}$ , самоафінна розмірність множини  $S$  дорівнює  $x = \log_{\{\frac{1}{3}; \frac{\sqrt{2}}{3}; \frac{\sqrt{2}}{3}\}} 1$ .

У доповіді будуть наведені результати дослідження фрактальних властивостей трикутника Серпінського, координати точки якого у прямокутній декартовій системі координат представлений  $Q_2$ -зображенням дійсних чисел відрізка  $[0; 1]$ , обґрунтування його самоафінних властивостей, а також специфічні властивості сторони криволінійного трикутника.

#### Список використаних джерел

1. *Працевитый Н.В.* Случайные величины с независимыми  $Q_2$ -символами // Асимптотические методы в исследовании стохастических моделей. — Киев: Ин-т математики АН УССР, 1987. — С.92-102.

2. *Працьовитий М.В.* Геометрія класичного двійкового зображення дійсних чисел. – Київ. Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. – 68 с.
3. *Працьовитий М.В.* Основи метричної теорії класичного двійкового зображення дійсних чисел. – Київ. Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. – 100 с.
4. *Працьовитий М.В., Скрипник С.В.*  $Q_2$ -зображення дробової частини дійсного числа та інверсор його цифр // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – 2013. – № 15. – С. 134-143.
5. *Працьовитий О.М.* Властивості поліосновної логарифмічної функції. // Науковий часопис НТТУ «КПІ». Студентські фізико-математичні етюди. – 2004. - №4. – с.56
6. *Турбин А.Ф., Працевитый Н.В.* Фрактальные множества, функции, распределения. – Київ: Наукова думка, 1992. – 208 с.

***Черня Ярослава Андріївна***

магістрантка 2-го р.н.

спеціальності 014 Середня освіта (Математика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* проф. кафедри, доктор пед. наук, проф. Бевз В. Г.

## **СТОРИТЕЛІНГ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ОСНОВОНОЇ ШКОЛИ**

XXI століття характеризується глобальними змінами у всіх галузях життя, швидким економічним та інформаційно-технологічним ростом, що вимагає підготовки вчителя-професіонала, який користується інноваційними технологіями, новітніми методиками, володіє практичним досвідом для навчання і виховання учнів.

Навчання може бути цікавим, якщо вчителі використовують привабливі методи навчання. Дослідження показують, що існує значний зв'язок між рівнем мотивації учня та їх досягненнями, а провідні вчені переконані, що здатність мотивувати учнів – дуже важлива характеристика професійності вчителя. Одним із новітніх методів і засобів навчання, який набуває широкого використання в зарубіжних країнах, є сторітелінг. Багато вчителів зацікавлені у використанні сторітелінгу, як засобу передачі математичних понять, оскільки розповідь сюжетних історій при викладанні математики може допомогти у розумінні складних понять та тверджень, оскільки це спонукає учнів зосередитись і заглибитись у дану тему. Storytelling (story – історія, telling – розповідання) – розповідання історій, ефективний неформальний метод навчання [1]. Уперше широкій аудиторії сторітелінг було представлено керівником корпорації із США Armstrong International – Девідом Армстронгом, який використав даний метод, щоб покращити показники роботи своєї компанії та з метод швидшого навчання новачків. Про суть сторітелінгу він говорив так: «Найкращий спосіб презентувати власну ідею чи себе, передати знання чи мотивувати на діяльність – розповісти історію». У ході розробки методу Девід Армстронг зосередив увагу на тому, що важливим у ньому є психологічний фактор: чим більш виразніші, захоплюючі, цікаві і легше асоціюються з досвідом, тим краще вони запам'ятовуються та сильніше впливають на поведінку та вчинки людей [2]. Очевидним є той факт, що використання методу розповіді історій у навчанні є досить ефективним для мотивації бажання учнів навчатися.

Серед широкого спектру нових засобів та методів навчання переказ був і залишається єдиним способом передачі історії, звичаїв, традицій та вірувань підрастаючому поколінню. Вчителі математики не є винятком: більшість з них переконані, що використання історій на уроках математики несе в собі позитивний характер та цілком добре впливає на учнів на уроках, оскільки розповідь сюжетних історій при викладанні математики може допомогти учням зрозуміти складний матеріал і спонукає їх до більшого зосередження і роздумів щодо даної теми. Річ у тім, що однією з проблем сучасних школярів є невміння зв'язно висловлювати власні думки, що негативно впливає на якість, результативність навчання та повноцінний розвиток кожного з них. Використання в цьому процесі інноваційних технологій дає певні навички, як для вчителів, так і для учнів, у використанні Інтернет-ресурсів, програмного забезпечення із створення цифрових історій, що містять графіку, текст, аудіо- чи відеозаписи тощо.

Сторітелінг – це трансляція історій, які мають певний зміст, тобто будь-яка сюжетно пов'язана розповідь, яка є виразом думки людини щодо певних подій, фактів, вчинків тощо. Варто звернути увагу на роботи українських методистів, які досліджували вплив сторітелінгу на дітей та на їх навчально-пізнавальну діяльність – це, наприклад, роботи О. Буковської [3] та А. Машкової [1].

Для того, щоб задіяти уяву учнів, історія може бути розказана таким чином: сьогодні Катя прокинулася пізно, щоб іти в школу. У неї не було часу для прийняття душа, так як шкільний автобус мав прибути через п'ять хвилин. Але вона повинна була одягнутися гарно, щоб почуватися впевненою при зустрічі з Джимом (читач бачить, де це відбувається). Вона подивилася в її комоді, в якому нічого не було, крім трьох спідниць (червоної, зеленої, чорної) і чотирьох блуз (білої, рожевої, жовтої і синьої). Можливо, вона повинна одягнути чорну спідницю і жовту блузу? Або, її слід одягнути червону спідницю і білу блузу? Скільки різних нарядів Катя могла б одягнути сьогодні в школу? [1]. Такий приклад застосування методу наводить А. Машкова під час вивчення теми «Множина. Елементи множин. Підмножини» у 8 класі на уроці алгебри.

Хочу навести приклад історії, створеної власноруч і апробованої під час педагогічної діяльності у загальноосвітній школі I-III ст. №190 перед вивченням нової теми «Многочлени» з метою мотивації учнів та підвищення інтересу до вивчення алгебри у 7 класі.

*«У школі №100500 учні 7-Х класу на уроці алгебри отримали таке завдання: «Знайти суму виразів  $3x^2$  і  $(xy)^2$  та вигадати назву для результату». Хлопчик Знайко прийшов додому і першим ділом взявся за це завдання, бо звик бути одним із кращих учнів в класі. Він сів за стіл і почав писати:*

$$3x^2 + (xy)^2 = 3x^2 + x^2y^2 = \dots?$$

*А що ж робити далі? Після довгих годин роздумів та пошуків він так і не зміг виконати обчислення до кінця. Але Знайко дуже хотів оцінку, тому вирішив знайти інформацію в мережі Інтернеті. Те, що він знайшов його дуже вразило – такий вираз, що складається з декількох одночленів називається **многочленом**. Ще він побачив, що даний вираз більше не потребує перетворень.*

*Наступного дня Знайко першим показав учительці виконане завдання і єдиний із класу дав правильну відповідь на поставлене завдання. Учителька похвалила хлопчика і поставила йому заслужені 12 балів».*

Після розповіді даної історії учням класу можна поставити такі запитання:

1. Як називається сума двох одночленів?
2. Чи буде многочленом вираз, що складається з різниці (добутку, частки) одночленів?

Це допомагає активізувати увагу учнів, створює проблемну ситуацію, дає можливість дітям, проаналізувавши історію, прийти до висновку самостійно і сформулювати означення многочлена.

Окрім освітньої цінності даного методу, у ньому є і краса. У добре розказаній історії є краса, яка може спонукати слухача думати, уявляти та вчитися. Існує достатня кількість літератури, яка підтверджує насолоду від розповіді як оповідача, так і слухача, оскільки вона створює більш яскраві, потужні, легкі та дивовижні образи у свідомості слухача, на що не здатний будь-який із інших метод подання одного й того ж самого матеріалу. Учителі гуманітарного профілю набагато легше справляються з цим завданням, оскільки вони звикли розповідати на своїх уроках різноманітні історії про життя відомих діячів культури, уривки з художніх творів тощо. Перед математиками же дане завдання представляє певну складність: вони мають створити таку історію, щоб вона була цікавою, захоплюючою, але факти мають відповідати дійсності і бути логічно структурованими.

Таким чином, використовуючи сторітелінг на уроках математики, учитель ставить навчання на новий рівень – від нудних формул, теорем та визначень до цікавих історій, які зберігають у собі правдивість математичних знань, але краще сприймаються і засвоюються учнями, перетворюють процес навчання на подорож до світу цікавих історій.

#### **Список використаних джерел:**

1. Машкова А.О. "TEACHING MATHEMATICS AS STORYTELLING" – ОСНОВА ДЛЯ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЦІ / ПОЛІТ. Сучасні проблеми науки. Гуманітарні науки: тези доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів: [у 2-х т.]. Т. 2 (м. Київ, 4-7 квітня 2017 р.) / [ред. кол.: В.М. Ісаєнко та ін.]; Національний авіаційний університет. – К.: НАУ, 2017. – С. 175-176.
2. Бондаренко Н., Storytelling як комунікаційний тренд і всепредметний метод навчання / Неллі Бондаренко // Молодь і ринок. – 2019. – №7 (174). – С. 130-135.
3. Буковська О. Сучасні методи викладання: сторітелінг як неформальний метод навчання / Оксана Буковська // Математика в рідній школі, 2018. – № 3. – С. 43–48.

*Матеріали секційного засідання*  
*кафедри вищої математики*  
**«Сучасна математика та її застосування»**  
**(25 листопада 2020 р.)**

**Програма  
секційного засідання кафедри вищої математики  
«Сучасна математика та її застосування»**

**Керівник:** д. ф.-м. н., професор Працьовитий М.В.

**Секретар:** к. ф.-м. н., доц. Шаповалова Н.В.

*Дата проведення:* 25 листопада 2020 р.

*Початок роботи:* 15.00

Формат: Zoom

<https://us02web.zoom.us/j/82675663537?pwd=WHF4cFNLZzR4WDd5SGlHNittK1NsUT09>

1. *«Несподівані» рівносильності в тризначних логіках*  
**Борисенко Катерина Геннадіївна, 2 МФМн, спеціальність «Математика»**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Требенко Оксана Олександрівна
2. *Опорні конспекти як один із засобів дистанційного навчання основам геометрії*  
**Бублик Аліна Сергіївна, 2 ммз,**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Шаповалова Наталія Валентинівна
3. *Узагальнення матричної моделі тіла кватерніонів*  
**Даниленко Марина Сергіївна, 4М, спеціальність «Математика»**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Требенко Оксана Олександрівна
4. *Реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні курсу за вибором «математичні методи і моделі в біології»*  
**Дашко Тетяна Миколаївна, 2ммзСО, спеціальність «Середня освіта (Математика)»**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Божонок Катерина Валеріївна
5. *Геометрія узагальнених двійкових рядів*  
**Остролицька Наталія Сергіївна, 4МСО, спеціальність «Середня освіта (Математика)»**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Лисенко Ірина Миколаївна
6. *Наближення поліномами розв'язку одного квадратично нелінійного диференціального рівняння*  
**Пучко Катерина Іванівна, 2ммз, спеціальність «Математика»**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Біленко Валентин Іванович
7. *Рівняння та системи рівнянь, пов'язані з інверсором цифр у різних системах зображення чисел*  
**Таннік Денис Миколайович, 4МСО, спеціальність «Середня освіта (Математика)»**  
Науковий керівник: д. ф.-м. наук, професор Працьовитий Микола Вікторович
8. *Вивчення А-методу В.К. Дзядика розв'язування диференціальних рівнянь в рамках курсу «методи обчислень»*  
**Угніч Яна В'ячеславівна, 2МФМп, спеціальність «Математика»**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Божонок Катерина Валеріївна

*Бублик Аліна Сергіївна*  
магістрант 2 року навчання  
Спеціальності 111 Математика  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, доц. Шаповалова Н.В.

## **ОПОРНІ КОНСПЕКТИ ЯК ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ГЕОМЕТРІЇ**

Необхідність створення опорних конспектів при навчанні основам геометрії в умовах дистанційного навчання обумовлена тим, що ця дисципліна формує у майбутніх вчителів математики вміння строго науково будувати математичні теорії, а саме: інтерпретувати неозначувані основні поняття і відношення; задавати базу та будувати математичні структури певного роду; застосовувати аксіоматичний або дедуктивний метод для вивчення математичних структур.

Формування у студентів вмінь будувати моделі систем аксіом (аксіоматик), перевіряти виконання вимог до системи аксіом сприяє і налаштовує їх на розуміння наукової побудови геометричних знань і фактів. Необхідність не лише констатації чи перевірки, а строго наукового доведення фактів як евклідової, так і неевклідових геометрій, вимагає від студентів ґрунтовної теоретичної та практичної основи для подальшої професійної діяльності.

Опорні конспекти являють собою одночасно і засіб інтенсифікації навчального процесу, і засіб систематизації отриманих знань, і засіб наочності. Опорні конспекти доцільно використовувати і при підготовці студентів в обмежених умовах часу, при повторенні навчального матеріалу і, особливо, в умовах дистанційного навчання для більш ефективного засвоєння навчального матеріалу з дисципліни «Основи геометрії».

В опорних конспектах стисло вкладена у вигляді схем, рисунків, таблиць, діаграм, кольорових відповідностей тощо, інформація, необхідна для засвоєння навчального матеріалу курсу. Опорні конспекти надають можливості відтворення більш цілісної картини всієї навчальної теми. Символіка, що використовується в опорних конспектах надає можливості чіткого, стислого і лаконічного викладення навчального матеріалу. Основні поняття, відношення, аксіоми, означення, формули, схеми, твердження, леми, теореми, ознаки і критерії, викладені в структурованій формі, допоможуть студентам побудувати правильний ланцюг логічних міркувань та доведень, що є корисним підґрунтям у підготовці майбутніх учителів математики. Опорні конспекти є ґрунтовним, комплексним засобом для узагальнення, повторення і та систематизації засвоєних знань з навчальної дисципліни «Основи геометрії». Використання опорних конспектів допоможе студентам при підготовці до екзамену з навчальної дисципліни «Основи геометрії».

### **Список використаних джерел:**

1. *Шаповалова Н. В.* Робоча навчальна програма нормативної навчальної дисципліни «Основи геометрії» освітнього ступеня бакалавр, галузі знань 11 Математика та статистика, спеціальності 111 Математика – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. – 26 с.

2. *Шаповалова Н. В. , Панченко Л. Л.* Криві на площині Лобачевського. // Навчально-методичний посібник для студентів математичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. – 32 с.

*Дашко Тетяна Миколаївна*

магістрант 2-го року навчання  
спеціальності 014 Середня освіта (Математика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, доц. Божонок К.В.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В БІОЛОГІЇ»**

В сучасному світі наука об'єднуються для розв'язання тих складних проблем, що ставить перед нами реальність. Державний стандарт базової і повної середньої освіти визначає освітню галузь «Математика» як одну з основних. Вона повинна забезпечувати успішне оволодіння іншими навчальними дисциплінами та розширювати і поглиблювати уявлення учнів про застосування математики в практичній діяльності, різних галузях науки. Цим зумовлена актуальність міжпредметних зв'язків у шкільному навчальному процесі, зокрема зв'язок математики з біологією.

Одним із методів, який є інтегруючим чинником в вивченні курсу шкільної математики і природничих предметів є метод математичного моделювання.

З розвитком науки метод математичного моделювання значно поширився і став застосовуватися майже у всіх галузях науки і техніки, економіки, виробництві, а також в таких сферах науки, як біологія, медицина, мікробіологія і вірусологія. Одним із завдань сучасної шкільної освіти є формування у учнів вміння математичного моделювання, особливо в природничо-математичному напрямку.

«Математичне моделювання – потужний метод пізнання зовнішнього світу, прогнозування й управління. Аналіз математичної моделі дозволяє проникнути в суть досліджуваних явищ. Немає такої сфери життя і діяльності людини, де б не використовувалися математичні моделі. Історія методології математичного моделювання запевняє: вона може і повинна бути інтелектуальним ядром інформаційних технологій всього процесу інформатизації суспільства» [1, С.7].

Математичне моделювання у навчанні природничих предметів, є як методом пізнання, яким учні мають оволодіти, так і засобом, без якого складно уявити повноцінну освіту.

Особливо це є актуальним при переході старшої школи до профільного навчання. Це зумовлює проведення досліджень в цьому напрямку, для вироблення ефективних методів та засобів формування у старшокласників вмінь моделювання при вивченні природничих дисциплін, в тому числі біології.

Сучасна біологія – це в основному наука про реально існуючі складні системи. До таких систем відносяться біогеоценози, популяції, будь-які організми та багато інших біологічних проектів. І будь-яка система потребує математичної обробки своїх характеристик. Навіть сторонній спостерігач легко помітить величезну мінливість біологічних явищ [2, С.1]. Історично так склалося, що використання математики в біології почалося пізніше, ніж в інших науках. Це можна пояснити тим, що явища, які вивчає біологія складніші за явища неорганічної природи. Саме ця складність живого і була причиною затримки використання математичних методів в біології.

Математизація біології не позначилася на змісті шкільних програм – біологія в школі викладається як наука описова. Біологічно орієнтовані учні закінчують школу з твердим переконанням, що математика їм не потрібна [3, С.2].

Враховуючи вищесказане, нами запропонований курс за вибором «Математичні методи та моделі в біології» для учнів 10-11 класів середніх загальноосвітніх закладів, які вивчають

біологію за поглибленою програмою. Розроблений курс є профільним міжпредметним курсом за вибором, де відбувається інтеграція математичних та природничих знань учнів.

Для учнів, які схильні розглядати математику тільки як елемент загальної освіти і не передбачають використовувати її в своїй майбутній професійній діяльності, такі курси можуть показати прикладну важливість математики в сферах діяльності зацікавленості учнів. Інтегративні курси за вибором повинні допомогти учневі зорієнтуватися у вибраному напрямку навчання, показати, як типові для цього напрямку види діяльності пов'язані з іншими предметними областями, поглибити його знання. Особливістю цих курсів повинна бути орієнтація на розумовий розвиток учня, на формування тих знань і умінь, які необхідні для вільної орієнтації в сучасному світі. При цьому зміст курсу має базуватися на знаннях, одержуваних при вивченні основних і обов'язкових для всіх учнів курсів математики, фізики, хімії, біології але в той же час не повинно дублювати їх.

При розробці змісту міжпредметних курсів найповніше можна показати, як математика проникає в області традиційно нематематичних предметах, наприклад, біологію, медицину або при вивченні такої дисципліни, як генетика, екологія і т. д.; переконати учнів в необхідності математичних знань для працівників в сфері біології, природничих наук і медицині [2, С. 2]. Розроблений нами зміст курсу за вибором «Математичні методи та моделі в біології» передбачає не тільки розв'язання міжпредметних задач математики і біології, але і виконання практичних і творчих робіт. Формування найважливіших умінь і навичок учнів, визначених цілями і завданнями зазначеного курсу, відбувається на тлі розвитку їхньої розумової діяльності. Вони навчаються аналізувати отримані знання, помічати і виділяти істотне в них, виявляти загальне і робити висновки щодо практичного застосування цих вмінь в житті.

Міжпредметний курс «Математичні методи та моделі в біології» направлений на ознайомлення учнів з основними математичними моделями в біології, їх можливостями та методикою роботи з ними за допомогою математичних методів з використанням математичної статистики і теорії ймовірностей.

За головну мету ставить перед собою розуміння учнями того, що біологія, як наука про все живе потребує активного використання математики.

Основними завданнями цього курсу є:

- ознайомлення учнів з класичними зразками моделей біологічних процесів;
- навчання учнів застосовувати математичні методи до розв'язування біологічних задач;
- розширення та поглиблення міжпредметних зв'язків математики і біології;
- формування інтересу учнів до математики та природничих дисциплін;
- розвиток логічного та абстрактного мислення;
- формування вміння робити висновки й узагальнення, обґрунтовувати свої думки.
- застосування набутих знань на практиці.

Зміст програми курсу органічно пов'язаний зі змістом основного шкільного курсу математики і природничих дисциплін та водночас має самостійний характер. Розроблені дидактичні матеріали дозволяють активізувати пізнавальну діяльність, підвищити показники знань учнів, розвивати самостійність, особисту ініціативу і творчість учнів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Самарский А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М. : ФИЗ.-МАТ. ЛИТ., 2001. – 320 с.
2. Недилько М. Н. Элективный курс «Математические методы в биологии». Пояснительная записка / М. Н. Недилько. – Режим доступа : <https://infourok.ru/material.html?mid=93189>
3. Програма варіативної навчальної дисципліни «Моделювання в біології та медицині» / розроб. Д. Х. Штофель. – Вінниця, 2016. – 8 с.

## ГЕОМЕТРИЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ДВІЙКОВИХ РЯДІВ

Геометрія двійкових рядів як галузь математики, що вивчає геометричний зміст цифр, метричні співвідношення і геометричні властивості множин чисел (фігур), що мають на фіксованих місцях однакові двійкові цифри на сьогодні виникає в різних задачах, проблемах математики і її застосуваннях. Такими є дослідження функцій з фрактальними властивостями, згортки Бернуллі, розподілів чисел відрізка  $[0; 1]$ , двійкові цифри яких є випадковими величинами з наперед заданими ймовірностями. Нас цікавить питання: чим є і якими топологічними властивостями володіє множина неповних сум ряду :

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left( \frac{1 - \varepsilon_k}{2^k} + \frac{\varepsilon_k}{2^k} \right), \text{ де } 0 \leq \varepsilon_n \leq 1.$$

Нагадаємо [3], що *множиною підсум* або *неповних сум* заданого числового ряду

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n + \dots = S_n + (a_{n+1} + a_{n+2} + \dots) = S_n + r_n$$

називається множина

$$E\{a_n\} \equiv \{x: x = x(M) = \sum_{n \in M \subset \mathbb{N}} a_n, \quad M \in 2^{\mathbb{N}}\}$$

а кожен її елемент *підсумою* або *неповною сумою* одного ряду.

Наприклад, множина неповних сум двійкового ряду є відрізок  $[0, 1]$ , а множиною неповних сум ряду

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{2}{3^k}$$

є класична множина Кантора [4].

Ефективною для встановлення топологічного типу множини неповних сум ряду є теорема Какея [1]. Нагадаємо її: множиною неповних сум ряду буде

- 1) досконала множина;
- 2) скінченне об'єднання відрізків тоді і тільки тоді, коли

$$|a_n| \leq |a_{n+1}| + |a_{n+2}| + \dots$$

для всіх  $n$  починаючи з деякого номеру (відрізком тоді й лише тоді, коли  $a_n \leq r_n$  для всіх  $n \in \mathbb{N}$ );

- 3) множина гомеоморфна класичній множині Кантора, якщо

$$|a_n| \leq |a_{n+1}| + |a_{n+2}| + \dots$$

для всіх достатньо великих  $n$ .

Відповідь на питання, чим буде множина неповних сум ряду у випадку періодичності послідовності  $(\varepsilon_k)$  частково дають наступні твердження.

**Теорема.** *Множиною неповних сум ряду*

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1 - \varepsilon_n}{2^n} + \frac{\varepsilon_n}{2^n} \right)$$

у випадку коли  $(\varepsilon_n) = a, 1 - a, a, 1 - a, \dots, a, 1 - a, \dots$ , де  $0 < a < 1$  буде скінченним об'єднанням відрізків, зокрема відрізком  $[0; 1]$ .

*Доведення.* Знайдемо  $a_n$  і йому відповідний  $r_n = a_{n+1} + a_{n+2} + \dots$ .

Міркування проведемо для випадку коли порядковий номер члена ряду парний і коли непарний.

Отже, при  $\varepsilon_{2n-1} = a, \varepsilon_{2n} = 1 - a, 0 \leq a \leq 1$

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1 - \varepsilon_n}{2^n} + \frac{\varepsilon_n}{2^n} \right) &= \frac{1-a}{2} + \frac{a}{2} + \frac{1-1+a}{2^2} + \frac{1-a}{2^2} + \frac{1-a}{2^3} + \frac{a}{2^3} + \frac{1-1+a}{2^4} + \frac{1-a}{2^4} + \dots = \\ &= \frac{1-a}{2} + \frac{a}{2} + \frac{a}{2^2} + \frac{1-a}{2^2} + \frac{1-a}{2^3} + \frac{a}{2^3} + \frac{a}{2^4} + \frac{1-a}{2^4} + \dots = \\ &= \frac{1-a}{2} + \frac{a}{2} + \frac{1-a}{2^2} + \frac{a}{2^2} + \frac{1-a}{2^3} + \frac{a}{2^3} + \frac{1-a}{2^4} + \frac{a}{2^4} + \dots. \end{aligned}$$

Тоді

$$a_{2n} = \frac{a}{2^n}$$

$$\begin{aligned} r_{2n} &= \frac{1-a}{2^{n+1}} + \frac{a}{2^{n+1}} + \frac{1-a}{2^{n+2}} + \frac{a}{2^{n+2}} + \frac{1-a}{2^{n+3}} + \frac{a}{2^{n+3}} + \frac{1-a}{2^{n+4}} + \frac{a}{2^{n+4}} = \\ &= \frac{1-a}{2^{n+1}} + \frac{1-a}{2^{n+2}} + \frac{1-a}{2^{n+3}} + \frac{1-a}{2^{n+4}} + \dots + \frac{a}{2^{n+1}} + \frac{a}{2^{n+2}} + \frac{a}{2^{n+3}} + \frac{a}{2^{n+4}} + \dots = \\ &= \frac{1-a}{2^{n+1}} + \frac{a}{2^{n+1}} = \frac{1-a}{2^n} + \frac{a}{2^n} = \frac{1}{2^n}; \end{aligned}$$

$$a_{2n-1} = \frac{1-a}{2^n}$$

$$\begin{aligned} r_{2n-1} &= \frac{a}{2^n} + \frac{1-a}{2^{n+1}} + \frac{a}{2^{n+1}} + \frac{1-a}{2^{n+2}} + \frac{a}{2^{n+2}} + \frac{1-a}{2^{n+3}} + \frac{a}{2^{n+3}} + \frac{1-a}{2^{n+4}} + \frac{a}{2^{n+4}} = \\ &= \frac{a}{2^n} + r_{2n} \dots = \frac{a}{2^n} + \frac{1}{2^n} = \frac{a+1}{2^n}. \end{aligned}$$

Маємо

$$a_{2n} - r_{2n} = \frac{a}{2^n} - \frac{1}{2^n} = \frac{a-1}{2^n}.$$

Оскільки  $0 \leq a \leq 1$ , то  $a-1$  є число від'ємним, коли  $a \in [0; 1)$  і нулем, коли  $a = 1$ . А тому  $a_{2n} - r_{2n} \leq 0$  і  $a_{2n} \leq r_{2n}$ .

Аналогічно для  $a_{2n-1} - r_{2n-1} = \frac{1-a}{2^n} - \frac{a+1}{2^n} = \frac{-2a}{2^n} \leq 0$  маємо, що  $a_{2n-1} \leq r_{2n-1}$ .

Отже, згідно з теоремою Какея [1] оскільки виконується нерівність  $a_n \leq r_n$  для будь-якого  $n \in \mathbb{N}$ , то множинами неповних сум таких рядів є скінченне об'єднання відрізків, зокрема відрізок  $[0; 1]$ . Теорему доведено.

**Теорема.** Множиною неповних сум ряду

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1 - \varepsilon_n}{2^n} + \frac{\varepsilon_n}{2^n} \right)$$

у випадку коли  $(\varepsilon_n) = a, b, a, b, \dots, a, b, \dots$ , де  $0 < a < 1, 0 < b < 1$  буде скінченним об'єднанням відрізків.

*Доведення.* Розглянемо ряд

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1 - \varepsilon_n}{2^n} + \frac{\varepsilon_n}{2^n} \right) &= \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1-a}{2^n} + \frac{a}{2^n} + \frac{1-b}{2^{n+1}} + \frac{b}{2^{n+1}} \right) = \\ &= \frac{1-a}{2} + \frac{a}{2} + \frac{1-b}{2^2} + \frac{b}{2^2} + \frac{1-a}{2^3} + \frac{a}{2^3} + \frac{1-b}{2^4} + \frac{b}{2^4} + \dots + \frac{1-a}{2^n} + \frac{a}{2^n} + \frac{1-b}{2^{n+1}} + \frac{b}{2^{n+1}} + \dots. \end{aligned}$$

$$a_{2n} = \frac{a}{2^n},$$

$$r_{2n} = \frac{1-b}{2^{n+1}} + \frac{b}{2^{n+1}} + \frac{1-a}{2^{n+2}} + \frac{a}{2^{n+2}} + \dots = \frac{1-b}{1-\frac{1}{2^2}} + \frac{b}{1-\frac{1}{2^2}} + \frac{1-a}{1-\frac{1}{2^2}} + \frac{a}{1-\frac{1}{2^2}} =$$

$$= \frac{4}{3} \left( \frac{1-b+b}{2^{n+1}} + \frac{1-a+a}{2^{n+2}} \right) = \frac{4}{3} \left( \frac{1}{2^{n+1}} + \frac{1}{2^{n+2}} \right) = \frac{1}{2^n},$$

або

$$a_{2n} = \frac{b}{2^n} \text{ і } r_{2n} = \frac{1}{2^n},$$

$$a_{2n-1} = \frac{1-a}{2^n},$$

$$r_{2n-1} = \frac{a}{2^n} + \frac{1-b}{2^{n+1}} + \frac{b}{2^{n+1}} + \frac{1-a}{2^{n+2}} + \dots = \frac{\frac{a}{2^n}}{1 - \frac{1}{2^2}} + \frac{\frac{1-b}{2^{n+1}}}{1 - \frac{1}{2^2}} + \frac{\frac{b}{2^{n+1}}}{1 - \frac{1}{2^2}} + \frac{\frac{1-a}{2^{n+2}}}{1 - \frac{1}{2^2}} =$$

$$= \frac{4}{3} \left( \frac{3a+1}{2^{n+2}} + \frac{1}{2^{n+1}} \right)$$

або

$$a_{2n-1} = \frac{1-b}{2^n} \text{ і } r_{2n} = \frac{4}{3} \left( \frac{3b+1}{2^{n+2}} + \frac{1}{2^{n+1}} \right).$$

Тоді

$$a_n - r_n = \begin{cases} \frac{a}{2^n} - \frac{1}{2^n} < 0, & \text{оскільки } 0 < a < 1, \\ \frac{b}{2^n} - \frac{1}{2^n} < 0, & \text{оскільки } 0 < b < 1, \\ \frac{1-a}{2^n} - \frac{4}{3} \left( \frac{3b+1}{2^{n+2}} + \frac{1}{2^{n+1}} \right) = \frac{-2a}{2^n} < 0, \\ \frac{1-b}{2^n} - \frac{4}{3} \left( \frac{3b+1}{2^{n+2}} + \frac{1}{2^{n+1}} \right) = \frac{-2b}{2^n} < 0. \end{cases}$$

Тому  $a_n < r_n$ , а отже згідно з теоремою Какея [1] множиною неповних сум розглядуваного ряду буде скінчене об'єднання відрізків. Теорему доведено.

У доповіді будуть наведені результати дослідження, які дають вичерпну відповідь щодо питання множини неповних сум заданого ряду для випадку, коли послідовність  $(\varepsilon_n)$ , де  $0 \leq \varepsilon_n \leq 1$  є періодичною з періодами різної довжини.

#### Список використаних джерел:

1. *Какея С.* On the partial sums of an infinite series // Tohoku Sci Rep. – 1914. – 3, no. 4. – P. 159-164.
2. *Mykola Pratsiovytyi and Dmitriy Karvatsky* Jacobsthal-Lucas series and their applications // Algebra and Discrete Mathematics, Volume 24 (2017), Number 1, pp. 157–168.
3. *Корсунь Н. О., Працьовитий М. В.* Про множини неповних сум знакододатних рядів з однією умовою однорідності та узагальнення двійкового зображення чисел // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фіз.-мат. науки, 2009.— № 10.— С.28-39.
4. *Працьовитий М.В.* Фрактальний підхід у дослідженнях сингулярних розподілів. — Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 1998. — 296 с.

**Пучко Катерина Іванівна**

магістранта 2 року навчання

спеціальності 111 Математика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, проф. Біленко В.І.

## НАБЛИЖЕННЯ ПОЛІНОМАМИ РОЗВ'ЯЗКУ ОДНОГО КВАДРАТИЧНО НЕЛІНІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ

В роботі на основі [1] розглянуто питання застосування а-методу В.К. Дзядика до розв'язування задачі Коші для нелінійного диференціального рівняння (див. [2]) виду

$$y'(x) = y + y^2 + 1, \quad x \in [-1; 1] \quad (1)$$

$$y(0) = -\frac{1}{2}. \quad (2)$$

Ця задача є одним прикладом загальної задачі Коші

$$a(x)y'(x) = b(x)y(x) + c(x)y^2(x) + f(x), \quad x \in [-n; n],$$

$$y(0) = y_0,$$

де  $a(x), b(x), c(x), f(x)$  – алгебраїчні многочлени степенів  $n_a, n_b, n_c, n_f$  відповідно.

Дане рівняння є найпростішим рівнянням Ріккати із постійними коефіцієнтами. Змінні  $x$  та  $y$  тут легко розділяються. Загальний розв'язок визначається наступним чином:

$$\frac{dy}{dx} = y + y^2 + 1, \quad \frac{dy}{y + y^2 + 1} = dx, \quad \int \frac{dy}{y + y^2 + 1} = \int dx,$$

$$\int \frac{dy}{y^2 + y + \frac{1}{4} + \frac{3}{4}} = \int dx, \quad \int \frac{dy}{(y + \frac{1}{2})^2 + (\frac{\sqrt{3}}{2})^2} = \int dx,$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{y + \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = x + C, \text{ звідси } \frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2y + 1}{\sqrt{3}} = x + C.$$

За початкової умови (2) точним розв'язком цього рівняння буде

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2y + 1}{\sqrt{3}} = x.$$

Спробуємо наблизити поліномами розв'язок задачі (1)-(2) у відповідності до схеми а-методу (див. [2], [3, С. 9-10]):

1. Перейдемо від задачі (1)-(2) до еквівалентного інтегрального рівняння виду

$$y(x) = y_0 + \int_0^x [(1 + y(t))y(t) + 1] dt \quad (3)$$

2. Поставимо у відповідність рівнянню (3) наступне наближене рівняння:

$$y_n(x) = y_0 + \int_0^x [(1 + y(t))y(t) + 1] dt - \varepsilon_n(x),$$

де  $y_n(x)$  – розв'язок цього рівняння, що беремо у вигляді алгебраїчного поліному з невідомими коефіцієнтами  $c_k$ ,

$$y_n(x) = \sum_{k=0}^n c_k x^k, \quad (4)$$

$$\varepsilon_n(x) = \sum_{i=1}^n \tau_{n+i} T_{n+i} \quad (5)$$

$N = \max(n_a, n_b + 1, n_c + n + 1, n_f - n + 1)$ ,  $T_k(t) = \cos k \arccos t$  – поліноми Чебишева,  $\tau_{n+i}$  – невідомі додаткові параметри.

Враховуючи, що точний розв'язок рівняння (1) – функція непарна, ми будемо многочлени  $y_n(x)$  вважати також непарними. Візьмемо  $y_1(x) = c_0 + c_1 x$ , тоді  $N = 2, n + N = 1 + 2 = 3$ ,

$$T_2(x) = 2x^2 - 1, \quad T_3(x) = 4x^3 - 3x, \quad \varepsilon_N = E_2(x) = \tau_2 T_2(x) + \tau_3 T_3(x).$$

3. В результаті отримаємо:

$$c_0 + c_1 x = -\frac{1}{2} + \int_0^x [(1 + c_0 + c_1 t)(c_0 + c_1 t) + 1] dt - \tau_2(2x^2 - 1) - \tau_3(4x^3 - 3x);$$

$$c_0 + c_1 x = -\frac{1}{2} + (c_0 + c_0^2 + 1)x + \frac{c_1 + 2c_0 c_1}{2} x^2 + \frac{c_1^2}{3} x^3 - \tau_2(2x^2 - 1) - \tau_3(4x^3 - 3x).$$

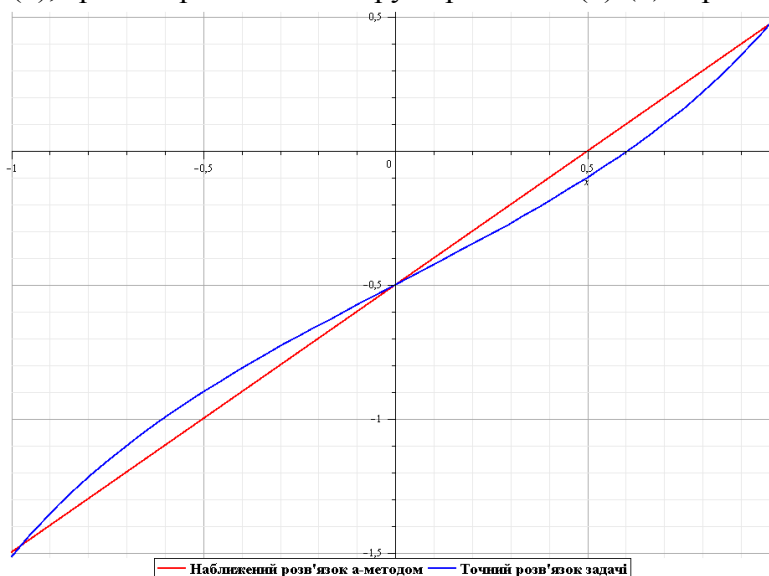
Прирівнюючи коефіцієнти при однакових степенях  $x$ , отримаємо наступну систему нелінійних рівнянь.

$$\begin{cases} c_0 = -\frac{1}{2} + \tau_2, \\ c_1 = c_0 + c_0^2 + 1 + 3\tau_3, \\ 0 = \frac{c_1}{2} + c_0 c_1 - 2\tau_2, \\ 0 = \frac{c_1^2}{3} - 4\tau_3. \end{cases}$$

Розв'язуючи цю систему, знайдемо

$$y_1(x) = -\frac{1}{2} + x, \quad \tau_2 = 0, \quad \tau_3 = \frac{1}{12}.$$

4. Проілюструємо графічно розв'язок даного рівняння, де крива синього кольору – точний розв'язок задачі (1)-(2), крива червоного кольору – розв'язок (1)-(2) апроксимаційним методом.



### Список використаних джерел:

1. Дзядык В.К. Аппроксимационные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений / В. К. Дзядык. – Киев : Наук. думка, 1988. – 304 с.
2. Біленко В.И. А-метод решения нелинейных дифференциальных уравнений Риккати / В.И. Біленко // В кн.: «Теория приближ. функций и ее приложения». – Киев: Ин-т математики АН УССР, 1987. – С. 5-13.
3. Біленко В.І., Боженок К.В., Дзядик С.Ю., Стеля О.Б. Наближення поліномами розв'язків алгебраїчно-нелінійних рівнянь математичної фізики // Збірник праць Інституту математики НАН України. – 2016. – Т. 13, №3. – С. 7-27.

*Таннік Денис Миколайович*

студент 4 курсу

спеціальності 014 Математика середня освіта

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* доктор фіз.-мат. наук, проф. Працьовитий М.В.

## РІВНЯННЯ ТА СИСТЕМИ РІВНЯНЬ, ПОВ'ЯЗАНІ З ІНВЕРСОРОМ ЦИФР У РІЗНИХ СИСТЕМАХ ЗОБРАЖЕННЯ ЧИСЕЛ

На сьогодні існують багато різних систем кодування (зображення) дійсних чисел зі скінченним і нескінченним, змінним та сталим алфавітами з нульовою і не нульовою надлишковістю. Різноманіття цих систем дозволяє тонко відслідковувати властивості

математичних об'єктів (зокрема, функцій, розподілів їх значень, динамічних систем та ін.), опираючись на їх геометрію, метричні відношення та топологічні властивості. Окрім дослідження вже наявних об'єктів, системи кодування є ефективним інструментом для побудови нових, з наперед заданими властивостями. Тому інтерес до систем кодування чисел, їх взаємозв'язок, зокрема, формули переходу від однієї системи зображення до іншої зростає з розвитком теорії фрактального аналізу [1,3,4,5]. Одним із таких напрямів є дослідження кількості розв'язків функціональних рівнянь, групові властивості множини їх коренів, функції яких є цікавими для фрактального аналізу, а їх аргументи представлені в деякій системі кодування (зображення) дійсних чисел.

Нас цікавлять рівняння, задані в термінах десяткового зображення чисел відрізка  $[0; 1]$ , які встановлюють взаємозв'язок інверсора цифр числа і оператора лівостороннього зсуву цифр. Розглядається десяткова система числення і числа відрізка  $[0; 1]$ , алфавітом якої є множина  $A_{10} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ , а простором послідовностей елементів алфавут  $L = A_{10} \times A_{10} \times \dots \times A_{10} \times \dots$ . Добре відомо [2], що для довільного числа  $x \in [0; 1]$  існує  $(\alpha_n) \in L$  така, що

$$x = \frac{\alpha_1}{10} + \frac{\alpha_2}{10^2} + \frac{\alpha_3}{10^3} + \dots + \frac{\alpha_n}{10^n} + \dots \equiv \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}$$

Нагадаємо, що інверсором десяткових цифр зображення числа називається функція  $I(x)$ , що задається рівністю

$$I(x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}) = \Delta_{[9-\alpha_1][9-\alpha_2][9-\alpha_3] \dots [9-\alpha_n] \dots}^{10}$$

Властивості такої функції добре вивчені для різних систем зображення [1,4,5], зокрема встановлено, що для  $s$ -кової системи числення функція є лінійною і співпадає з функцією  $y = 1 - x$ , для  $Q_s$ -зображення, коли  $q_0 \neq \frac{1}{2}$  неперервною сингулярною функцією (похідна якої майже скрізь у розумінні міри Лебега дорівнює нулю).

Оператором лівостороннього зсуву десяткових цифр називається функція, що означається рівністю

$$\omega(x = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}) = \Delta_{\alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}$$

Оператор лівостороннього зсуву є зростаючою кусково-лінійною функцією, яка має розрив в точках  $x = \{\frac{1}{10}, \frac{2}{10}, \frac{3}{10}, \frac{4}{10}, \frac{5}{10}, \frac{6}{10}, \frac{7}{10}, \frac{8}{10}, \frac{9}{10}\}$  і є неперервною на десяткових циліндрах 1-го рангу.

Інверсор цифр і оператори лівостороннього і правостороннього (інша назва оператор припису цифр [1]) зсувів цифр відіграють важливу роль в першу чергу в теорії динамічних систем, фрактальному аналізу, конструктивній теорії функцій зі складною локальною будовою, метричній та ймовірнісній теорій дійсних чисел.

Нас цікавлять рівняння, що використовують оператор лівостороннього зсуву, інверсор десяткових цифр та їх композиції, зокрема:

$$I(x) = kx + a, \quad \text{де } a = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{10} \quad (1)$$

$$\omega(x) = kx + a, \quad \text{де } a = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{10} \quad (2)$$

$$I(x) = \omega(x) \quad (3)$$

$$I(\omega(x)) = kx + a, \quad \text{де } a = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{10} \quad (4)$$

$$\omega(I(x)) = kx + a, \quad \text{де } a = \Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \dots}^{10} \quad (5)$$

$$I(\omega(x)) = \omega(I(x)). \quad (6)$$

**Твердження 1.** Рівняння (1) має один розв'язок при  $k = 0$  і довільного  $a \in [0; 1]$ , при  $a = 0, k = 1$  рівняння немає розв'язків, при  $a = 1, k = -1$  – нескінченну кількість розв'язків; рівняння (2) має десять розв'язків при  $a \neq \{\Delta_{(a)}^{10}, a \in A_{10}\}, k = 0$ , при  $k = 1, a = 0$  – рівняння має розв'язки

$x_i = \Delta_{(i)}^{10}$ , де  $i \in A_{10}$ , при  $a \in \{\Delta_{(a)}^{10}, i \in A_{10}\}$ ,  $k = 0$  рівняння має один розв'язок; рівняння (3) має 10 розв'язків виду  $x = \Delta_{(\alpha_1[1-\alpha_1])}^{10}$ .

*Доведення.* Дослідимо рівняння (1). Справді, при деякому  $k = 0$ ,  $a \in [0; 1]$ , представленою в десятковій системі числення, маємо

$$I(x) = a,$$

$$I(\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}) = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^{10},$$

$$\Delta_{[9-\alpha_1][9-\alpha_2] \dots [9-\alpha_n] \dots}^{10} = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^{10},$$

оскільки два числа представлені своїм десятковим зображенням рівні тоді, коли рівні їх відповідні десяткові цифри, то маємо систему:

$$\begin{cases} 9 - \alpha_1 = a_1, \\ 9 - \alpha_2 = a_2, \\ 9 - \alpha_3 = a_3, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ 9 - \alpha_n = a_n, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \end{cases}$$

Звідки маємо, що  $\alpha_i = 9 - a_i$ , тобто  $x = \Delta_{[9-a_1][9-a_2] \dots [9-a_n] \dots}^{10}$ . Зрозуміло, що при фіксованому  $a$  такий  $x$  існує єдиний. Аналогічно, якщо  $a = 0$ ,  $k = 1$  тобто рівняння набуде вигляд  $I(x) = x$ , бачимо що  $\alpha_i = 9 - a_i$ , а тому враховуючи те, що  $\alpha_i \in A_{10}$ , рівняння не має розв'язків. Проте пам'ятаючи той факт, що інверсор десяткових цифр числа є лінійною функцією, маємо, що  $I(x) = 1 - x$  для довільного  $x \in [0; 1]$ , тобто таке рівняння має безліч коренів.

Дослідимо рівняння (2). Нехай маємо фіксоване  $a = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^{10}$ ,  $k = 0$ , маємо рівняння:

$$\omega(x) = a,$$

$$\omega(\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}) = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^{10},$$

$$\Delta_{a_2 \dots a_n \dots}^{10} = \Delta_{a_1 a_2 \dots a_n \dots}^{10},$$

оскільки два числа представлені своїм десятковим зображенням рівні тоді, коли рівні їх відповідні десяткові цифри, то маємо систему:

$$\begin{cases} \alpha_2 = a_1, \\ \alpha_3 = a_2, \\ \alpha_4 = a_3, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ \alpha_{n+1} = a_n, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \end{cases}$$

Звідки маємо, що  $\alpha_{n+1} = a_n$ ,  $\alpha_1$  — довільне з  $A_{10}$ , тобто  $x = \Delta_{i a_1 a_2 a_3 \dots a_n \dots}^{10}$ . Бачимо, що перша цифра кореня рівняння може набувати довільного значення, тому якщо всі цифри числа  $a$  рівні між собою, то розв'язком системи буде  $\alpha_{n+1} = a$  і  $\alpha_1 = a$ , а тому таке рівняння має єдиний корінь. Власне з попередніх міркувань маємо, що якщо  $k = 1$ ,  $a = 0$ , то розв'язком рівняння буде  $x = \Delta_{(i)}^{10}$ , де  $i \in A_{10}$ .

Розглянемо рівняння

$$I(x) = \omega(x),$$

$$I(\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}) = \omega(\Delta_{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_n \dots}^{10}),$$

$$\Delta_{[9-\alpha_1][9-\alpha_2] \dots [9-\alpha_n] \dots}^{10} = \Delta_{a_2 \dots a_n \dots}^{10}.$$

З останньої рівності маємо систему:

$$\begin{cases} 9 - \alpha_1 = \alpha_2, \\ 9 - \alpha_2 = \alpha_3, \\ 9 - \alpha_3 = \alpha_4, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ 9 - \alpha_n = \alpha_{n+1}, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \end{cases}$$

Тоді  $\alpha_2 = 9 - \alpha_1$ ,  $\alpha_3 = \alpha_1$ ,  $\alpha_4 = 9 - \alpha_1$ ,  $\alpha_5 = \alpha_1$ , тобто  $x = \Delta_{\alpha_1[9-\alpha_1]\alpha_1[9-\alpha_1]\dots\alpha_1[9-\alpha_1]\dots}^{10}$ , оскільки  $\alpha_1 \in A_{10}$ , то система матиме 10 коренів рівняння. Твердження доведено.

У доповіді пропонуються результати дослідження розв'язків рівнянь (1) – (6), що ґрунтуються на тополого-метричних і фрактальних властивостях оператора лівостороннього зсуву та інверсора десяткових цифр. Також планується узагальнити результати на випадок  $s$ -кової системи числення.

#### Список використаних джерел:

1. *Замрій І.В., Працьовитий М.В.* Фрактальні властивості операторів, визначених в термінах  $Q_3$  зображення дробової частини дійсного числа // Буковинський математичний журнал . 2018. – Т.6, №1-2. – С. 60-68.
2. *Працьовитий М.В.* Геометрія класичного двійкового зображення дійсних чисел. – Київ. Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. – 68 с.
3. *Працьовитий М.В.* Основи метричної теорії класичного двійкового зображення дійсних чисел. – Київ. Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. – 100 с.
4. *Працьовитий М.В., Замрій І.В.* Інверсор цифр  $Q_3$  зображення дробової частини дійсного числа як розв'язок системи трьох функціональних рівнянь // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – 2013. – № 15. – С. 156-167.
5. *Працьовитий М.В., Скрипник С.В.*  $Q_2$  зображення дробової частини дійсного числа та інверсор його цифр // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – 2013. – № 15. – С. 134-143.

**Угніч Яна В'ячеславівна**

магістрантка 2 року навчання

спеціальності 111 Математика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, доц. Божонок К.В.

#### **ВИВЧЕННЯ А-МЕТОДУ В.К. ДЗЯДИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В РАМКАХ КУРСУ «МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ»**

Звичайні диференціальні рівняння (ЗДР) широко використовуються як математиками, так і прикладними спеціалістами. До них часто приводить математичне моделювання тих або інших процесів (фізичних, біологічних, економічних тощо).

Постановка конкретних задач для ЗДР відбувається за додаткових умов, які дозволяють визначити вільні параметри і знайти єдиний розв'язок. Одна із найбільш популярних є задача з додатковими умовами в одній точці аргументу – так звана початкова задача (або задача Коші). Зазвичай можливості отримати точні розв'язки ЗДР істотно обмежені складністю математичних задач. Тому виникає необхідність звернутися до наближених методів, які умовно можна розбити на чисельні та чисельно-аналітичні.

Чисельне розв'язання задачі Коші у курсі «Методи обчислень» здійснюється методами типу Рунге-Кутта [1, С. 85]. Ці методи дають розв'язки у вигляді таблиць наближених значень шуканої

функції. Чисельно-аналітичні методи приводять до наближених розв'язків у аналітичному вигляді, що містять певний набір числових констант. Один із найвідоміших чисельно-аналітичних методів – це метод степеневих рядів Тейлора.

Ми пропонуємо розглядати поряд із вище зазначеними методами апроксимаційний метод В.К. Дзядика розв'язування задачі Коші для лінійного диференціального рівняння [2]. Цей метод має широке застосування в різноманітних галузях обчислювальної та прикладної математики [3]. Він дає можливість побудувати алгебраїчний многочлен, який наближує розв'язок відповідної задачі, що співпадає, з точністю до множника, з величиною найкращого наближення.

Ідею а-методу Дзядика та порівняльний аналіз цього методу з методом Рунге-Кутта та методом Тейлора пояснимо на простому прикладі задачі Коші:

$$y' = x + y, \quad (1)$$

$$y(0) = 1, \quad x \in [0; 1]. \quad (2)$$

Точним розв'язком задачі (1)-(2) є

$$y = -x - 1 + 2 \cdot e^x.$$

Апроксимаційний метод В.К. Дзядика передбачає перехід від задачі Коші до еквівалентного інтегрального рівняння Вольтера [2, С. 959]. Візьмемо від обох частин (1) інтегралом від 0 до  $x$  врахуємо умову (2).

Отримаємо:

$$y(x) = \int_0^x (t + y(t)) dt + y(0) = 1 + \frac{x^2}{2} + \int_0^x y(t) dt. \quad (3)$$

Наближений розв'язок будемо знаходити у вигляді многочлена другого степеня

$$y_2(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2.$$

Згідно з а-методом ([2, С. 940-941]) для знаходження невідомих  $c_0, c_1$  і  $c_2$  замінимо інтегральне рівняння (3) наближеним операторним рівнянням виду

$$c_0 + c_1 x + c_2 x^2 = 1 + \frac{x^2}{2} + \int_0^x (c_0 + c_1 t + c_2 t^2) dt - \varepsilon(x), \quad (4)$$

де  $\varepsilon(x) = \tau T_3(2x - 1) = \tau(4(2x - 1)^3 - 3(2x - 1))$ ,  $T_3(2x - 1)$  – многочлен Чебишова третього степеня, зміщений з відрізка  $[-1; 1]$  на відрізок  $[0; 1]$ , що має вигляд

$$T_3(2x - 1) = 32x^3 - 48x^2 + 18x - 1.$$

Підставимо значення  $T_3(2x - 1)$  в (4) та проінтегруємо.

Отримаємо :

$$c_0 + c_1 x + c_2 x^2 = 1 + \frac{x^2}{2} + c_0 x + \frac{c_1 x^2}{2} + \frac{c_2 x^3}{3} - \tau(32x^3 - 48x^2 + 18x - 1).$$

Прирівняємо коефіцієнти при однакових степенях  $x$ , одержимо систему рівнянь відносно  $c_0, c_1, c_2$  і  $\tau$ :

$$\begin{cases} c_0 - \tau = 1, \\ c_0 - c_1 - 18\tau = 0, \\ \frac{c_1}{2} - c_2 + 48\tau = -\frac{1}{2}, \\ \frac{c_2}{3} - 32\tau = 0. \end{cases}$$

Отримаємо:  $c_0 = \frac{115}{113}, c_1 = \frac{79}{113}, c_2 = \frac{192}{113}, \tau = \frac{2}{113}$ .

Отже,  $y_2(x) = \frac{115}{113} + \frac{79}{113}x + \frac{192}{113}x^2$ .

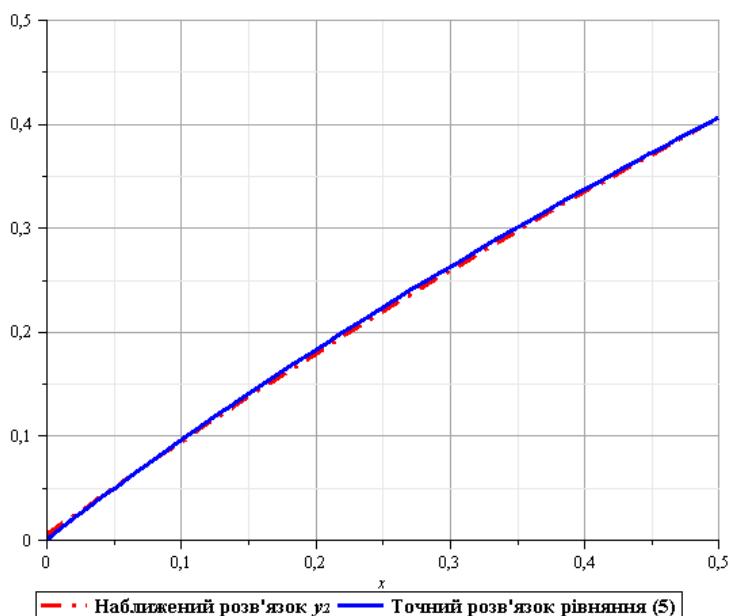
Візьмемо за міру точності величину  $\varepsilon = |y(1) - y_2(1)|$ .

Відомо, що методи Тейлора й Рунге-Кутта мають похибки  $\varepsilon \approx 0,44$  та  $\varepsilon = 4,17 \cdot 10^{-6}$  відповідно. Тоді як для а-методу В.К. Дзядика вона становить  $\varepsilon \approx 0,02$ .

Якщо порівнювати  $\alpha$ -метод В.К. Дзядика з методом Тейлора, то точність буде у 20 разів більша. Якщо порівнювати з методом Рунге-Кутта, то апроксимаційний метод менш точний, але у випадку розв'язування задачі Коші  $\alpha$ -методом маємо аналітичний поліноміальний вираз, що є дуже зручним для подальшої роботи із отриманим розв'язком. Все це дає підстави рекомендувати до вивчення апроксимаційні технології в дисципліні «Методи обчислень» при підготовці вчителів математики та інформатики у закладах вищої освіти з метою формування інформаційної та математичної культури.

#### Список використаних джерел:

1. Методи обчислень. Навчально методичний посібник з лабораторним практикумом для студентів / укладачі: М.І. Жалдак, Ю.С. Рамський, В.І.Біленко, Т.О.Снігур. – Київ, 2014. – 119с.
2. Дзядык В. К. Аппроксимационный метод приближения алгебраическими многочленами решений линейных дифференциальных уравнений / В.К. Дзядык // Изв. АН СССР. Сер. Матем. – 1974. – Том 38, Выпуск 4. – С. 937-967.
3. Біленко В.І. Наближення поліномами розв'язків алгебраїчно-нелінійних рівнянь математичної фізики / В.І. Біленко, К.В. Божонок, С.Ю. Дзядик, О.Б. Стеля // Збірник праць Інституту математики НАН України. – 2016. – Т. 13, №3. – С. 7-27.



#### Список використаних джерел

1. Дзядык В.К. Аппроксимационный метод приближения алгебраическими многочленами решений линейных дифференциальных уравнений / В. К. Дзядык // Изв. АН СССР. Сер. матем. – 1974. – Т. 38, № 4. – С. 937-967.
2. Дзядык В.К. Аппроксимационные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений / В. К. Дзядык. – Киев : Наук. думка, 1988. – 304 с.
3. Летичевский А.А. Реализация численно-аналитических методов приближения функций, заданных обыкновенными дифференциальными уравнениями / А. А. Летичевский, П. Н. Денисенко, В. И. Биленко, В. А. Волков // Кибернетика и системный анализ. – 1997. – №1. – С. 108-112.
4. Денисенко П. Н. Интегро-дифференциальный алгоритм  $\alpha$ -методу В. К. Дзядика і його реалізація засобами алгебраїчного програмування / П.Н. Денисенко // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету. – 2004. – №57. – С. 37-51.

*Матеріали секційного засідання  
кафедри математичного аналізу  
та диференціальних рівнянь*

**(26 листопада 2020 р.)**

**Програма секційного засідання**  
**кафедри математичного аналізу та диференціальних рівнянь**

**Керівник:** канд. ф.-м. н., доц. Нікіфоров Р.О.

**Секретар:** канд. ф.-м. н., доц. Пафик С.П.

*Дата проведення:* 26 листопада 2020 року

*Початок роботи:* 14<sup>00</sup>

*Посилання:* <https://zoom.us/j/9890228799?pwd=K2wxZGpoU0FRakxubnY1UVFOdnlsUT09>

1. *Побудова асимптотики загального розв'язку лінійної сингулярно збуреної системи диференціальних рівнянь 1-го порядку з нільпотентною матрицею при старшій похідній*  
**Богданюк Богдана Симонівна, 2М**  
**Кальченко Анастасія Олексіївна, 2М**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., доцент Пафик С.П.
  
2. *Модель динаміки боргу*  
**Нечипорук Поліна Андріївна, 2ммз**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., ст. викл. Ковальов І.М.
  
3. *Індефінітні рівняння Штурма-Ліувілля та перетворення Лапласа*  
**Поливач Лілія Борисівна, 2М**  
Науковий керівник: к. ф.-м. н., ст. викл. Ковальов І.М.

**Богданюк Богдана Симонівна**

магістрантка 2 р.н.  
спеціальності «Математика»

**Кальченко Анастасія Олексіївна**

магістрантка 2 р.н.  
спеціальності «Математика»

*Науковий керівник:*

кандидат фізико-математичних наук, доцент Пафук С.П.

## ПОБУДОВА АСИМПТОТИКИ ЗАГАЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ЛІНІЙНОЇ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНОЇ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ 1-ГО ПОРЯДКУ З НІЛЬПОТЕНТНОЮ МАТРИЦЕЮ ПРИ СТАРШІЙ ПОХІДНІЙ

Розглянуто систему диференціальних рівнянь вигляду

$$\varepsilon \mathcal{J} \frac{dx}{dt} = A(t; \varepsilon)x, \quad (1)$$

в якій  $x(t; \varepsilon)$ - шуканий  $n$ -вимірний вектор,

$$\mathcal{J} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- нільпотентна квадратна матриця  $n$  – го порядку,  $A(t; \varepsilon) = \|a_{ij}(t)\|_1^n$  - відома матриця, коефіцієнти якої є дійсні функції,  $\varepsilon \in (0; \varepsilon_0]$  - малий дійсний параметр,  $t \in [0; T]$ ,  $\varepsilon_0 \ll 1$ .

Встановлено, що при виконанні умов:

1°. Матриця  $A(t; \varepsilon)$  допускає на відрізку  $[0; T]$  рівномірні асимптотичні розвинення за степенями малого параметра  $\varepsilon$ :

$$A(t; \varepsilon) \sim \sum_{k \geq 0} \varepsilon^k A_k(t), \quad \forall t \in [0; T] \quad (2)$$

2°. Коефіцієнти розвинення (2) нескінченно диференційовні на відрізку  $[0; T]$ :

$$a_{ij}(t) \in C^\infty[0, T], i, j \in \overline{1, n}. \quad (3)$$

3°. Характеристичне рівняння  $\det(A_0 - \lambda_0 \mathcal{J}) = 0$  має на відрізку  $[0; T]$   $n - 1$  простих коренів  $\lambda_i(t), i = \overline{1, n - 1}$ .

При виконанні умов 1°- 3° розв'язок системи (1) знаходили у вигляді:

$$x(t, \varepsilon) = u(t; \varepsilon) \cdot \exp \left( \varepsilon^{-1} \int_0^t \lambda(s; \varepsilon) ds \right),$$

де  $u(t; \varepsilon)$ -  $n$ -вимірний вектор,  $\lambda(t; \varepsilon)$ - скалярна функція, які зображуються у вигляді формальних розвинень за степенями малого параметра  $\varepsilon$ :

$$u(t; \varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k u_k(t), \quad \lambda(t; \varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k \lambda_k(t),$$

коефіцієнти яких визначаються через елементи системи (1).

В результаті, використовуючи результати робіт [1, 2] вдалося побудувати  $n - 1$  лінійно незалежних формальних розв'язків  $x_i(t, \varepsilon), i = \overline{1, n - 1}$ , системи (1), які утворюють її

фундаментальну систему розв'язків, а також доведено, що побудовані формальні розв'язки є асимптотичними розв'язками точних розв'язків цієї системи при прямуванні малого параметра  $\varepsilon$  до нуля.

### Список використаної літератури:

1. Самойленко А.М. Лінійні системи диференціальних рівнянь з виродженням: Навч. посіб./ А.М. Самойленко, М.І. Шкіль, В.П. Яковець. – Київ: Вища школа, 2000. – 294 с.
2. Шкіль М.І. Асимптотичні методи в диференціальних рівняннях/Микола Шкіль. – Київ: Вища школа, 1971. – 227 с.

**Нечипорук Поліна Андріївна**

Магістрантка 2-го р.н.

Спеціальності 111 Математика

Фізико-математичного факультету

НПУ ім. М.П.Драгоманова

Науковий керівник: кандидат фіз.-мат. наук Ковальов І.М.

### Модель динаміки боргу

Розглянемо модель динаміки боргу. Нехай величина бюджетного дефіциту країни  $D$ , величина боргу країни  $d$ , а приріст ВВП є параметр  $a$ .

Модель динаміки боргу можна записати через наступну систему

$$\begin{cases} D' = d \\ d' = aD \end{cases}$$

та переписати її у матричному вигляді

$$x'(t) = Ax(t), \text{ де } x(t) = \begin{pmatrix} D(t) \\ d(t) \end{pmatrix}.$$

Визначимо початкові дані :  $D(t_0)= 95$ млрд. у.о.,  $d(t_0)= 1998$ млрд. у.о., приріст ВВП  $a=2,1\%$ . Відповідно

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2.1 & 0 \end{pmatrix}, x_0 = \begin{pmatrix} 95 \\ 1998 \end{pmatrix}, t_0 = 0.$$

Розв'язуючи систему, отримуємо

$$x(t) = e^{A(t-t_0)}x_0 = \begin{pmatrix} \left(\frac{95}{2} - \frac{333\sqrt{210}}{7}\right)e^{-\sqrt{2.1}t} + \left(\frac{95}{2} + \frac{333\sqrt{210}}{7}\right)e^{\sqrt{2.1}t} \\ \left(999 - \frac{19\sqrt{210}}{4}\right)e^{-\sqrt{2.1}t} + \left(999 + \frac{19\sqrt{210}}{4}\right)e^{\sqrt{2.1}t} \end{pmatrix}.$$

Отже, величина бюджетного дефіциту країни

$$D(t) = \left(\frac{95}{2} - \frac{333\sqrt{210}}{7}\right)e^{-\sqrt{2.1}t} + \left(\frac{95}{2} + \frac{333\sqrt{210}}{7}\right)e^{\sqrt{2.1}t},$$

величина боргу країни

$$d(t) = \left(999 - \frac{19\sqrt{210}}{4}\right) e^{-\sqrt{2.1}t} + \left(999 + \frac{19\sqrt{210}}{4}\right) e^{\sqrt{2.1}t}$$

**Список використаних джерел:**

1. Linear algebra in action / Harry Dym. p. см. – (Graduate studies in mathemstics, ISSN 1065-7339; v. 78)

**Поливач Лілія Борисівна**

магістрантка 2 р.н.

спеціальності 111 Математика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П.Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук Ковальов І.М.

**ІНДЕФІНІТНІ РІВНЯННЯ ШТУРМА-ЛІУВІЛЛЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАПЛАСА**

Теорія індефінітних операторів Штурма-Ліувілля є актуальною для сучасної математики. У роботі розглядається індефінітне рівняння Штурма-Ліувілля з квадратичним потенціалом, розв'язання якого знаходимо за допомогою перетворення Лапласа.

**Теорема.** Нехай  $y, f \in L^2((-c; c), \text{sign}(t))$ ,  $c \in \mathbb{R}$ . Тоді наступне індефінітне рівняння Штурма-Ліувілля

$$-y'' + t^2 \cdot y = \text{sign}(t) \cdot f(t), y(0) = y'(0) = 0,$$

має розв'язок у термінах перетворення Лапласа, а саме:

$$y(t) = \text{sign}(t) \cdot L^{-1} \left[ c_1 \cdot D_{-\frac{1}{2}}(\sqrt{2}p) + c_2 \cdot D_{-\frac{1}{2}}(i\sqrt{2}p) + D_{-\frac{1}{2}}(\sqrt{2}p) \cdot \int \frac{1}{\left(D_{-\frac{1}{2}}(\sqrt{2}p)\right)^2} \left( \int D_{-\frac{1}{2}}(\sqrt{2}p) \cdot L[f(t)] dp \right) dp \right],$$

де  $D_k(p)$  – функція Вебера.

**Список використаних джерел:**

1. В. Curgus, В. Najman, The operator  $(\text{sgnx}) \frac{d^2}{dx^2}$  is similar to a selfadjoint operator in  $L^2(\mathbb{R})$ . – Proc. Amer. Math. Soc. 123. – 1995. – 1125-1128 p.
2. В. Davies. Integral transforms and their applications (Texts in Applied Mathematics). – New York, USA: Springer. – 2002. – 370 p.
3. Lokenath Debnath. Integral transforms and their applications. – Chapman and Hall/CRC. – October 11, 2006. – 722 p.
4. N. W. Mclachlan. Laplace transforms to differential equations. – Dover Publications. – 2014. – 240 p.

*Матеріали секційного засідання  
кафедри математики і теорії та  
методики навчання математики  
«Методика навчання математики»*

**(25 листопада 2020 р.)**

**Програма**  
**секційного засідання кафедри математики і теорії та методики навчання математики**  
**«Методика навчання математики»**

**Керівник секції:** к. п. н., проф. Швець В.О.

**Секретар:** к. п. н., доц. Забранський В. Я.

*Дата проведення:* 25 листопада 2020 р.

*Початок роботи:* 11.00

Google Meet <https://meet.google.com/xax-hpsy-aet>

1. *Розв'язування геометричних задач методом координат*

**Гнатюк Світлана Миколаївна, 2 МСОФп**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Дремова І.А.

2. *Методика розв'язування геометричних задач на доведення в основній школі*

**Кібиш Діна Анатоліївна, 2 МСОФп**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Дремова І.А.

3. *Вивчення елементів теорії ймовірностей в старшій школі на профільному рівні*

**Чабан Аліна Павлівна, 2 МСОФп**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Дремова І.А.

4. *Реалізація наскрізної лінії «Підприємливість та фінансова грамотність» під час вивчення алгебри і початків аналізу*

**Ткач Олена Вікторівна, 2 МСОФп**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Лук'янова С.М.

5. *Методика вивчення звичайних дробів у 6 класі*

**Костяна Ольга Василівна, 2 МСОФп**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Яценко С. Є.

6. *Прикладна спрямованість навчального курсу геометрії і її реалізація в навчальному процесі (основна школа)*

**Артемчук Аліна Сергіївна, 2ммзСО**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Волянська О. Є.

7. *Методика навчання розв'язуванню текстових задач в 5-6 класах*

**Єжак Марина Андріївна, 2ммзСО**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Волянська О. Є.

8. *Використання ІКТ під час розв'язування задач на відсотки в 5-6 класах*

**Павлович Тетяна Анатоліївна, 2ммзСО**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Волянська О. Є.

9. *Методика вивчення раціональних рівнянь в основній школі*

**Сердюк Світлана Володимирівна, 2ммзСО**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Яценко С. Є.

10. *Методика компетентнісно орієнтованого вивчення об'єктів геометричних тіл на рівні стандарту*

**Падалка Анастасія Олександрівна, 2ммзСО**

Науковий керівник: к.п.н., доц. Волянська О. Є.

11. *Методика реалізації прикладної спрямованості вивчення взаємного розміщення прямих та площин у просторі на рівні стандарту*  
**Котенджі Інна Олександрівна, 2ммзСО**  
Науковий керівник: д.п.н., проф. Бевз В. Г.
12. *Використання історичного матеріалу на уроках математики у 5-6 класах*  
**Худенець Марія Євгеніївна, 2МСОн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Дремова І.А.
13. *Контроль навчальних досягнень з математики учнів старшої школи під час дистанційного навчання*  
**Года Тетяна Юріївна, 2МСОн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Дремова І.А.
14. *Психолого-педагогічні особливості розвитку пізнавального інтересу в учнів 5-6 класів*  
**Коритна Оксана Анатоліївна, 2МСОн**  
Науковий керівник: к.п.н., проф. Швець В.О.

*Артемчук Аліна Сергіївна*

Магістрант 2-го року навчання

2ммз СО групи

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: кандидат педагогічних наук, доцент Волянська О. Є.

## **ПРИКЛАДНА СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ГЕОМЕТРІЇ І ІІ РЕАЛІЗАЦІЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ (ОСНОВНА ШКОЛА)**

Математика все швидше проникає в повсякденне життя, її ідеї та методи стають необхідними для фахівців у різних сферах діяльності. Без математичних знань не можна зрозуміти принципи будови з тимчасової техніки, навчитися ефективно використовувати її, сприймати і правильно інтерпретувати різноманітну соціальну та економічну інформацію. «Кінцевим результатом навчання предмета є сформовані певні компетентності, як здатності учня застосовувати свої знання в навчальних і реальних життєвих ситуаціях, повноцінно брати участь в житті суспільства, нести відповідальність за свої дії» [1, с. 2]. Ці суспільні запити не могли не позначитися на цілях та задачах навчання шкільного курсу математики.

Так, в останній навчальній програмі з математики зазначаються такі загальні завдання шкільної математичної освіти:

- формування ставлення до математики як невід'ємної складової загальної культури людини, необхідної умови її повноцінного життя в сучасному суспільстві на основі ознайомлення з ідеями і методами математики як універсальної мови науки і техніки, ефективного засобу моделювання і дослідження процесів і явищ навколишнього світу;
- формування здатності логічно обґрунтовувати та доводити математичні твердження, застосовувати математичні методи у процесі розв'язування навчальних і практичних задач, використовувати математичні знання і вміння під час вивчення інших навчальних предметів;
- розвиток умінь працювати з підручником, опрацьовувати математичні тексти, шукати і використовувати додаткову навчальну інформацію, критично оцінювати здобуту інформацію та її джерела, виокремлювати головне, аналізувати, робити висновки, використовувати отриману інформацію в особистому житті [1, с. 2].

В педагогічній та методичній літературі прикладна спрямованість визначається як орієнтація змісту, цілей, засобів та методів навчання в напрямку набуття учнями вмінь та навичок, які застосовуються в суміжних науках, техніці, виробництві тощо.

Згідно навчальній програмі у таблиці 1 наведено очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів прикладних завдань з геометрії.

*Таблиця 1*

| Клас | Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів   |
|------|--|
| 7    | Розв'язує задачі прикладного змісту на: знаходження відстані до недоступної точки; встановлення рівновіддаленості об'єктів на поверхні Землі; використання жорсткості трикутника в будівництві тощо. |
| 8    | Розв'язує задачі практичного змісту на: визначення відстані до недоступної точки; висоти предмета; знаходження кутів (кута підйому дороги, відкосу, кута, під яким видно деякий предмет) тощо.       |

|   |   |
|---|---|
| 9 | Розв'язує задачі на: знаходження невідомих елементів реальних об'єктів; знаходження площ реальних об'єктів, покриття площини правильними многокутниками тощо. |
|---|---|

Упродовж вивчення шкільного курсу математики неможливо обійтись без задач прикладного змісту. Н.А. Терешин в своїй книзі «Прикладна спрямованість шкільного курсу математики» дає наступне визначення: «Прикладна задача – це задача, поставлена поза математики і розв'язується математичними засобами» [2, с. 7].

Використання прикладних задач спрямоване на формування у школярів системи знань, умінь і навичок, робота з ними розвиває вміння осмислювати зміст понять та застосовувати здобуті знання на практиці, аналізувати результати, робити відповідні узагальнення, порівняння, висновки. Крім того такі задачі весь час ставить перед нами життя. Прикладні задачі на уроці виконують кілька функцій. Задачі прикладного змісту переконують учнів у потребі вивчення теоретичного матеріалу і показують, що математичні абстракції виникають із задач, поставлених реальним життям. Спочатку учнів зацікавлює розв'язування окремих задач, потім вивчення окремих тем, а з часом і вся наука. Тому систематичне виховання учнівських інтересів є неодмінною умовою ефективності кожного окремого уроку і всієї навчально-виховної роботи.

Крім того прикладні задачі допомагають висвітити міжпредметні зв'язки, які в свою чергу обумовлюють поглиблене і розширене сприйняття учнями фактів, свідоме засвоєння теорії, формування цілісної картини природи. Щоб учні навчилися розв'язувати задачі, треба дати їм можливість самостійно працювати.

Дієвими засобами прикладної спрямованості є комплексне використання методу математичного моделювання як способу вивчення курсу геометрії і основи для формування вмінь, навичок розв'язувати прикладні задачі. Застосування дидактичних матеріалів із прикладною інформацією протягом вивчення геометрії – один з найскладніших (в плані підготовки), але досить дієвий засіб спрямування школярів до розв'язування прикладних завдань. Також не можна забувати про систематичне розв'язування та творчу активність, наприклад, створення учнем власних прикладних задач, унаочнення геометричних об'єктів за допомогою їх безпосереднього моделювання, наприклад, у техніці оригамі. Ще потрібно пам'ятати, що в сучасному світі не завадить доцільне та систематичне використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Вивчення геометрії на основі введення методу математичного моделювання дає можливість вивчати предмет як систему математичних моделей, які створені на основі реальних об'єктів шляхом розгляду їх форми та розмірів, що формує вміння геометричного бачення світу та науковий світогляд учнів. Посилюється мотивація вивчати абстрактний геометричний матеріал, розв'язувати абстрактні геометричні задачі для формування знань та вмінь дослідження математичних моделей. Тим самим з'являються передумови щоб знання, які отримують учні, набули такі характеристики як систематичність та системність.

#### Список використаних джерел:

1. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів МАТЕМАТИКА 5–9 класи / [Електронний ресурс] режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
2. Терешин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики: Кн. для учителя. — М.: Просвещение, 1990. — 96 с.

*Года Тетяна Юрївна*  
магістрантка 2-го р.н.  
спеціальності 014 середня освіта (математика)  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
*Науковий керівник:* кандидат пед. наук, доцент Дремова І.А.

## **КОНТРОЛЬ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ З МАТЕМАТИКИ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

В сучасних умовах традиційні форми навчання все більше замінюються змішаними, стає актуальним дистанційне навчання. Дистанційна освіта - це можливість навчатися та отримувати необхідні знання віддалено від навчального закладу в будь-який зручний час [1].

Для учнів це чудова можливість самостійно розподілити навчальний час, отримати індивідуальну, гнучку траєкторію навчання. Старшокласники зазвичай багато уваги приділяють вивченню предметів, як будуть здавати під час державної підсумкової атестації та зовнішнього незалежного оцінювання, тому дистанційна форма навчання є однією з найкращих для учнів.

Для вчителів під час такої форми навчання дуже важливо визначити яким чином буде здійснюватися контроль навчальних досягнень учнів. Система контролю засвоєння знань і способів пізнавальної діяльності, вмінням застосовувати отримані знання в різних проблемних ситуаціях повинна носити систематичний характер, будуватися як на основі оперативного зворотного зв'язку (закладеного як в текст навчального матеріалу, так і в можливість оперативного звернення до вчителя-тьютора), так і відстроченого контролю [2].

Під час дистанційного навчання, як і при традиційному навчанні, використовуються такі види контролю:

- попередній контроль (дає змогу актуалізувати знання та виявити їх рівень перед вивченням нової теми);
- поточний контроль (визначає рівень засвоєння знань після кожного заняття);
- підсумковий (визначає засвоєння знань з предмета загалом).

При контролі знань під час дистанційного навчання використовуються такі методи педагогічного контролю як:

- тестовий (використання тестів з одним або декількома правильними варіантами відповіді, які проводяться в комп'ютерній системі дистанційного курсу);
- письмовий (наприклад, написання есе, що відсилаються вчителю через Інтернет-технології або спілкування учня через чат з вчителем і класом);
- усний (наприклад, використання аудіо- та відеоконференцій) [3].

Власний досвід роботи в старших класах школи №190 м. Києва свідчить, що варто використовувати всі три методи контролю знань із застосуванням хмарних технологій. У березні – травні 2019-2020 н.р. дистанційне навчання для учнів 10 класу було організовано за допомогою таких засобів :

- 1) спільний чат в месенджері Telegram;
- 2) онлайн-уроки та консультації за допомогою програми Zoom;
- 3) тестування за допомогою Google Форми та Kahoot!
- 4) навчальні портфоліо.

Для прикладу розглянемо тестові завдання із альтернативами (на виконання тесту потрібно 7-10 хв.) для уроку в 10 класі на тему «Похідна функції» для проведення поточного контролю на уроці узагальнення та систематизації знань з теми «Похідна». Їх можна провести на одній із платформ для створення тестувань (GOOGLE форми, QUIZLET, PROPROFS,

КАНООТ!, CLASSMARKER та інші), тому що у технологіях дистанційного навчання саме тестування розроблене найбільше повно і чітко.

### Похідна функції

1. (1 бал) Символом  $\Delta x$  позначають...

| А               | Б                             | В                            | Г                 |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Приріст функції | Значення похідної в точці $x$ | Значення функції в точці $x$ | Приріст аргументу |

2. (1 бал) (Границя неперервної в точці  $x_0$  функції дорівнює...

| А                | Б                               | В                              | Г                  |
|------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Приросту функції | Значенню похідної в точці $x_0$ | Значенню функції в точці $x_0$ | Приросту аргументу |

3. (2 бали) Як пов'язані між собою похідна функції із її дотичною?

|   |  |
|---|--|
| А | значення похідної функції $y=f(x)$ дорівнює кутовому коефіцієнту дотичної до графіка функції в точці з ординатою $y_0$               |
| Б | значення похідної функції $y=f(x)$ у точці $y_0$ дорівнює кутовому коефіцієнту дотичної до графіка функції в точці з ординатою $y_0$ |
| В | значення похідної функції $y=f(x)$ у точці $x_0$ дорівнює кутовому коефіцієнту дотичної до графіка функції в точці з абсцисою $x_0$  |
| Г | значення похідної функції $y=f(x)$ дорівнює кутовому коефіцієнту дотичної до графіка функції в точці з абсцисою $x_0$                |

4. (2 бали) Знайдіть похідну функції  $f(x) = 5 + x^7$ .

| А        | Б      | В          | Г      |
|----------|--------|------------|--------|
| $5 + 7x$ | $6x^6$ | $5 + 6x^6$ | $7x^6$ |

5. (3 бали) Знайдіть похідну функції  $f(x) = x^2 \sin(x)$ .

| А            | Б            | В                         | Г                         |
|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| $2x \sin(x)$ | $x^2 \cos x$ | $2x \sin(x) + x^2 \sin x$ | $2x \sin(x) + x^2 \cos x$ |

6. (3 бали) Знайдіть значення похідної функції  $f(x) = \frac{x}{x-1}$  в точці  $x_0 = 0$ .

| А | Б | В  | Г   |
|---|---|----|-----|
| 1 | 0 | -1 | 0.5 |

Після проведення такого тестування учень одразу отримує об'єктивну оцінку, бачить власні помилки. Для вчителя це чудова можливість одразу проаналізувати рівень засвоєння матеріалу учнями, провести корекцію знань та роботу над помилками.

Загалом провідною ідеєю здійснення контролю навчальних досягнень учнів онлайн полягає у формуванні інформаційно-комунікаційної компетентності учнів, покращення якості знань, формування інтересу до предмету та пошукової діяльності. Для сучасних дітей потрібен динамічний навчальний процес, а саме такі форми контролю дають змогу це робити найкраще. Саме для старшокласників реалізація цієї ідеї полягає у залученні їх до самоосвіти, формування

вміння критично мислити, розвитку особистості учня та його адаптація у світовому інформаційному просторі, формуванні інформаційної культури учнів.

Недоліком здійснення контролю в таких умовах є проблеми мотиваційного, дидактичного, організаційного характеру. Для учнів 10-11 класів перешкодою для виконання цієї форми роботи постає висока завантаженість і певний психологічний бар'єр у пізнанні всього нового. Для вчителя головним є поєднання звичних форм, методів і прийомів із абсолютно новим форматом роботи у хмарному середовищі. Варто зрозуміти, що навчальний формат змінюється, а для того щоб адаптуватися до цих змін потрібно займатися самоосвітою, розвиватися професійно.

Контроль навчальних досягнень за допомогою хмарних технологій є перспективним напрямком розвитку в освіті, адже технології постійно розвиваються та вдосконалюються. Розвиток інформаційних технологій в освіті спрямований на зменшення використання людських ресурсів та забезпечення ефективного та надійного проведення дистанційного навчання.

### Список використаних джерел

1. Міністерство освіти і науки України [Електронний ресурс] / Дистанційна освіта – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/distancijna-osvita>
2. Безрученков Ю.В. Педагогічний контроль в системі дистанційного навчання [Електронний ресурс] / Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України, 2015 – Режим доступу : [https://nadpsu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/visnik\\_2\\_2015\\_pdn.pdf](https://nadpsu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/visnik_2_2015_pdn.pdf)
3. Конохова Н.В. Контроль знань у дистанційному навчанні [Електронний ресурс] / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків – Режим доступу : <https://www.kpi.kharkov.ua/archive/MicroCAD/2013/S20/%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A2%D0%A0%D0%9E%D0%9B%D0%AC%20%D0%97%D0%9D%D0%90%D0%9D%D0%AC%20%D0%A3%20%D0%94%D0%98%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%A6%D0%86%D0%99%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%A3%20%D0%9D%D0%90%D0%92%D0%A7%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%86.pdf>

*Павлович Тетяна*

*Анатоліївна*

магістрантка 2-го р.н.

спеціальності 014 Середня освіта математика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат пед. наук, доц. Волянська О.

Є.

### ВИКОРИСТАННЯ ІКТ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА ВІДСОТКИ В 5-6 КЛАСАХ

Спектр використання ІКТ в освітньому процесі дуже широкий: від пояснення та закріплення нового матеріалу до проведення онлайн уроків, дистанційного навчання та комунікації між навчальним закладом та батьками через електронні журнали та щоденники, і

це тільки невелика частина можливостей які надають нам ІКТ під час організації та проведення навчання та виховання школярів.

Педагогу досить часто приходиться використовувати різні інформаційно-комп'ютерні технології під час проведення, як теоретичних так і практичних занять. А тому доцільно використовувати різні форми роботи з комп'ютером. Учитель у класі на додачу до дошки та крейди отримує потужний інструмент для подання інформації в різноманітній формі. На допомогу вчителю приходять:

- Комп'ютерні презентації (PowerPoint, ProShow, OpenOffice.orgImpress)
- Комп'ютерні публікації і сайти (Publisher)
- Програми для виконання математичних операцій (GRAN, EUREKA, DERIVE)
- Тестування (Test-W і Test-W2)
- Створення кросвордів (CrosswordForge, HomacosoftCrosswordCreator, Decalion)
- Засоби процесора Microsoft Excel
- Електронні навчально-методичні комплекси (ScreenMoviePlayer, ScreenSaverBuilder, AVI-файли, Internet, PTC Mathcad 14)
- Classroom
- Gios
- QR-код

Відповідно до чинної програми МОН дана тема вивчається у 5-6 класах [1]. Вони повинні розв'язувати задачі на відсоткове відношення, а також складні задачі в яких йдеться про збільшення або зменшення відсотка, або обернену до них.

Найбільшим оптимальним у використанні комп'ютерних технологій для дітей 5,6-х класів є різні способи подання матеріалу. Використання таких методів сприяє розвитку логічного мислення в дітей, активізує їх пізнавальну діяльність та показує роль комп'ютерних гаджетів не тільки як пристрій для ігор, а і для навчання. Наведемо приклад використання QR-кодів на уроці математики. Учням пропонується заздалегіть встановити QR-сканер на власних мобільних телефонах, розшифрувати закодовані фрази та встановити відповідність між початками та закінченнями речень. Закодованими можуть бути означення та завдання. Завдання учня - поєднати в пари відповідні QR-коди. Для зручності перевірки кодам можна надати різну форму, колір, вставити логотип. Приклади завдань з різними типами кодів подано на рисунках 1-2.



Рисунок 1



Рисунок 2

Використання комп'ютерних гаджетів дає можливість давати індивідуальні завдання відповідно до рівня знань і вмінь школяра, залучати до роботи значну частину класу, обирати оптимальні форми, методи та темп роботи на конкретному уроці. Використання комп'ютера та його різновидностей сприяє у школярів розвитку вмінь щодо складання проектів. З часом

школярі переконуються в неможливості подальшого навчання без комп'ютера, без його функціональних можливостей. Він стає для них невід'ємною складовою розвитку, самовираження та самовдосконалення.

Освітні технології ІКТ відкрили для здобувачів освіти нові можливості для самореалізації, реалізації потреб кожної особистості в саморозвитку та самовираженні. Використання ІКТ сприяло розвитку ключових компетентностей, як тих хто вчить, тобто, вчителя, так і тих кого вчать - здобувача освіти.

Підсумовуючи зазначене вище варто відмітити, що сучасний навчально-виховний процес не можливий без сучасних технологій: використання швидкісного інтернету, комп'ютера та інших комп'ютерних гаджетів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Програми з математики (<https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>)
2. Кадемія М. Ю., Шевченко Л. С., Шестопалюк О. В. Підготовка майбутніх вчителів до використання ІКТ: навчально-методичний посібник. – Вінниця, 2009. – 100 с.
3. QR-код [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/QR-%D0%BA%D0%BE%D0%B4>

*Падалка Анастасія Олександрівна*

магістрант 2-го р.н.

спеціальності 014 Середня освіта Математика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: кандидат педагогічних наук, доцент Волянська О. Є.

### **МЕТОДИКА КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ НА РІВНІ СТАНДАРТУ**

Однією з властивостей навколишніх предметів є форма. У спрощеному варіанті це геометричні фігури. Вони є еталонами, користуючись якими людина визначає форму предметів. Вже починаючи з дитинства щоб піднятися по сходах або забратися на стілець, малюкові потрібно бачити і усвідомлювати їх межі, візуально відокремлюючи один предмет від іншого. Для цього спочатку необхідно навчити його розпізнавати плоскі геометричні фігури, вивчення яких дає дитині ключ до розуміння устрою об'ємних тіл. Досвід взаємодії дітей з фізичними предметами є основою формування уявлень про геометричні тіла. А вже вивчаючи об'ємні тіла в 5 класі, учні знайомляться з такими поняттями, як «паралелепіпед», «об'єм прямокутного паралелепіпеда», «піраміда». У 6 класі на наочно-інтуїтивному рівні вже вводять поняття «призма», «піраміда», «циліндр», «конус», «куля» [1]. На уроках праці та малювання учнів ознайомлюють з циліндром, конусом, розгортками паралелепіпедів, призм.

Чому ж потрібно вивчати об'єми різних геометричних тіл? Тому що всі тіла, які нас оточують, мають певний об'єм. Наприклад, ми говоримо, що відро вміщує в себе 10 літрів води. Це означає, що об'єм відра – 10 літрів. Інший приклад: на будівництво садового будиночка знадобилося 20 кубометрів (або кубічних метрів) деревини.

Вивчення теми «Об'єми геометричних тіл» в 11 також має на меті сформувати в учнів просторові уявлення, логічне мислення, міцні знання, які можна буде використовувати в подальшому в житті та майбутній професії.

Отже, при вивченні об'ємів геометричних тіл важливо не тільки сформувати вміння застосовувати формули, а й сформувати певні компетентності, як здатності учня застосовувати свої знання в навчальних і реальних життєвих ситуаціях,

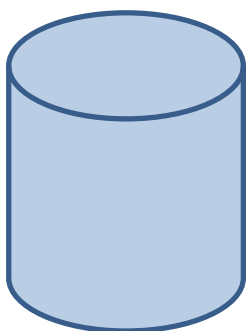
Компетентність – інтегрована характеристика якості особистості, результативний блок, сформований через досвід, знання, вміння, ставлення, поведінкові реакції. Компетентність побудована на комбінації взаємовідповідних пізнавальних відношень та практичних навичок, цінностей, емоцій, поведінкових компонентів, знань та вмінь, всього того, що можна мобілізувати для активної дії [2].

Для формування компетентностей можна запропонувати вправи прикладного змісту.

Прикладні задачі – задачі, які поставлені зовні математики і розв'язуються математичними засобами.

Задача 1. На підвечірок у шкільній їдальні мають приготувати плодово-ягідний компот. Яка повинна бути висота циліндричної каструлі з діаметром дна 26 см, щоб в ній можна було приготувати 5 л плодово-ягідного компоту?

Розв'язання. Так як каструля має форму циліндра, то малюємо циліндр і перекладаємо умову задачі на математичну мову.



Дано:  $d_{\text{осн.}} = 26$  см,  $V(\text{комп.}) = 5 \text{ л} = 5 \text{ дм}^3$ .

Знайти:  $h$  - ?

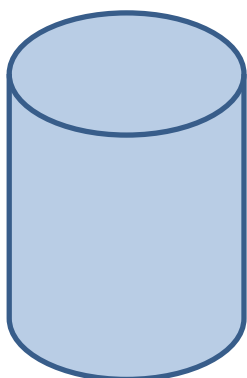
Розв'язання

1.  $V = S_{\text{осн.}} \cdot h$
2.  $S_{\text{осн.}} = \pi \cdot d^2 : 4 = 3,14 \cdot (2,6)^2 : 4 = 5,3 \text{ (дм}^2\text{)}$
3.  $h = V : S_{\text{осн.}} = 5 : 5,3 = 0,94 \text{ дм} = 9,4 \text{ (см)}$

Відповідь: висота каструлі має бути більша, ніж 9,4 см.

Задача 2. У циліндричній каструлі діаметром 20 см, наповненій у висоту на 12 см, готують суфле для тістечок «Пташине молоко». Після приготування суфле потрібно розлити в циліндричні форми діаметром 8 см і висотою 6 см. Скільки форм потрібно, якщо заповнювати їх потрібно до половини?

Розв'язання. Так як формочки необхідно заповнити до половини, висота її буде  $6:2=3$  (см).



Дано:  $d_1 = 20$  см,  $h_1 = 12$  см,  $d_2 = 8$  см,  $h_2 = 3$  см.

Знайти:  $n$  - ?

Розв'язання

1.  $V_1 = S_{\text{осн.}} \cdot h$
2.  $S_{\text{осн.1.}} = \pi \cdot d^2 : 4 = 3,14 \cdot (20)^2 : 4 = 314 \text{ (см}^2\text{)}$
3.  $V_1 = 314 \cdot 12 = 3768 \text{ (см}^3\text{)}$
4.  $S_{\text{осн.2.}} = \pi \cdot d^2 : 4 = 3,14 \cdot (8)^2 : 4 = 50,24 \text{ (см}^2\text{)}$

$$5. V_2 = 50,24 \cdot 3 \text{ см} = 150,72 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$6. n = V_1 : V_2 = 3768 : 150,72 = 25 \text{ (штук)}$$

Відповідь: знадобиться 25 форм для тістечок «Пташине молоко»

Задача 3. Під час зведення стін висотою 3 м і товщиною 50 см у будинку, фундамент якого 10 на 10 метрів, обрали пустотілу цеглу для зменшення тепловіддачі. Розмір однієї цеглини 250x120x88 мм. Також з внутрішньої сторони будинку необхідно покласти утеплювач товщиною 30 см. Скільки цеглин необхідно закупити для зведення стін?

При розв'язуванні задачі не враховувати вікна і двері. Вважаємо, що цеглини, які залишаться після зведення зовнішньої стіни, будуть використані для перегородок.

**Розв'язання.** Будинок має форму прямокутного паралелепіпеда. Щоб знайти кількість цеглин, необхідних для зведення стін, необхідно визначити об'єм стін.

Об'єм прямокутного паралелепіпеда дорівнює добутку площі його основи на висоту [3] або добутку сусідніх сторін основи (довжина і ширина) на висоту:

$$V = S_{\text{осн}} \cdot h = a \cdot b \cdot c$$

1. Знаходимо об'єм всього будинку.

$$V_1 = a \cdot b \cdot c = 10 \cdot 10 \cdot 3 = 300 \text{ (м}^3\text{)}$$

2. Знаходимо об'єм будинку без стін.

$$V_2 = (a-1) \cdot (b-1) \cdot c = 9 \cdot 9 \cdot 3 = 243 \text{ (м}^3\text{)}$$

3. Знаходимо об'єм утеплювача.

$$4. V_3 = 10 \cdot 3 \cdot 0,3 = 9 \text{ (м}^3\text{)}$$

5. Знаходимо об'єм цеглини.

$$V_4 = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,088 = 0,00264 \text{ (м}^3\text{)}$$

6. Знаходимо об'єм стін.

$$V = V_1 - V_2 - V_3 = 300 - 243 - 9 = 48 \text{ (м}^3\text{)}$$

7. Знаходимо кількість цеглин.

$$n = 48 : 0,00264 = 18182 \text{ (шт)}$$

Відповідь: необхідно закупити 18182 штуки цеглин.

Отже, розв'язування практичних задач на уроках сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів, підвищення інтересу до предмета, націлює учня і вчителя на кінцевий результат: самостійне придбання конкретних умінь, навичок навчальної і розумової діяльності.

#### Список використаних джерел:

1. Навчальна програма для 10-11 класів: чинні з 1 вересня 2018 року.— Офіц. текст. — Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
2. Овчарук О. В. Компетентнісний підхід в освіті: загальноєвропейські підходи [Електронний ресурс] / О.В. Овчарук : Інформаційні технології і засоби навчання. – 2009. – № 5(13). – Режим доступу : <http://www.ime.edu-ua.net/em.html>
3. Бевз Г.П. Математика : Алгебра і початки аналізу та геометрія. Рівень стандарту : підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз. — К. : Видавничий дім «Освіта», 2019. — 272 с. : іл.

*Худенець Марія Євгеніївна*  
магістрантка 2-го року навчання  
спеціальності «Середня освіта (Математика)»  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат педагогічних наук, доцент Дремова І. А.

## **ВИКОРИСТАННЯ ІСТОРИЧНОГО МАТЕРІАЛУ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ У 5-6 КЛАСАХ**

**Постановка проблеми.** В одному прислів'ї говориться «Можна привести коня на водопій, але не можна примусити його пити». Як же учителю, привівши дитину у клас, навчити нового, не змушуючи її «пити насильно», а викликати у неї «спрагу» до нового, до знань.

«Прагнення до знань, - відзначав В. Сухомлинський,- живиться тисячами невсипущих, невтомних корінців нелегкої, але радісної, привабливої, жаданої для дитини праці» [1].

Чомусь все частіше ми почали зустрічати пасивних дітей, з небажанням навчатися, виконувати домашні завдання, взагалі йти до школи. Усе рідше можна побачити в їх очах вогник цікавості, допитливості. Зрозуміло, що учень не може бути щасливим, якщо у школі йому погано, нудно, якщо він не відчуває себе здібним, не має потягу до оволодіння знаннями.

«Успіх у навчанні, зазначав В. Сухомлинський, єдине джерело внутрішніх сил дитини, які породжують енергію для подолання труднощів, бажання вчитися» [1, С.174].

Що може змінити цю ситуацію і перетворити навчання у захоплюючу подорож безмежною країною знань? Очевидно – інтерес.

**Актуальність** теми полягає в тому, що систематичне використання історичного матеріалу на уроках математики 5-6 класів пробуджує інтерес школярів до навчальної праці.

**Основний виклад матеріалу.** З власного спостереження: інтерес до навчання має декілька стадій. Перша – цікавість, друга – допитливість, третя – теоретичний інтерес, який характеризується не лише створенням проблемної ситуації, а й прагненням у ній розібратися. У теоретичному інтересі відіграє важливу роль бачення перспективи застосуванні набутих знань на практиці.

Одним із засобів активізації пізнавальної та розумової діяльності учнів, формування у них інтересу до предмета є систематичне використання елементів історизму на уроках.

Як зазначено у «Програмі з математики для 5-9 класів, 2017р»: «Важливу роль у навчанні математики відіграє систематичне використання історичного матеріалу, який підвищує інтерес до вивчення математики, стимулює потяг до наукової творчості, пробуджує критичне ставлення до фактів, дає учням уявлення про математику як невід'ємну складову загальнолюдської культури» [2]. З метою реалізації завдань, поставлених у програмі, на уроках слід пояснювати походження терміну, розповідати про першовідкривача формули, теореми; розв'язувати цікаві і визначні історичні задачі; проводити огляд життя і творчості видатних математиків. Біографія вченого покликана не тільки пробуджувати інтерес до науки, а й знайомити зі стилем роботи вчених. Так, наприклад, видатний французький математик С. Пуассон у підлітковому віці виявляв досить обмежені здібності, але після того як самостійно придумав оригінальне розв'язання старовинної задачі про розподіл вина на рівні частини з допомогою двох порожніх посудин різної ємності, він захопився математикою і вибрав її своєю спеціальністю.

У більшості діючих підручників вміщено короткі історичні довідки про виникнення і розвиток найважливіших понять, які розглядаються в шкільному курсі математики.

«Школа стає справжнім осередком культури лише тоді, коли в ній панують чотири культури: культ Батьківщини, культ людини, культ книжки і культ рідного слова», говорив В. Сухомлинський [1, С.201]. Важко переоцінити актуальність цієї тези для сучасної школи. Отже важливим для сучасної освіти є створення умов для формування людини-громадянина. У зв'язку з цим постає необхідність пошуку шляхів формування розвитку громадянської компетентності в учнівській молоді.

Тому крім пробудження інтересу і розвитку зацікавленості до математики використання історичного матеріалу сприятиме вихованню у дітях громадянина-патріота.

«Чому кожній людині читання історії дуже корисне? - звертається до свого читача чернець Михайло Лосицький у Густинському літописі XVII ст. - Бо коли б не описано її, разом би з тілом безвісти все сходило б у землю, і люди, як у темряві будши, не віддали б, що за минулих віків діялося»[3].

21 серпня 2007 року Україна визначила сім своїх чудес – найпопулярніших пам'яток історії та культури. Це – заповідник „Кам'янець” (Кам'янець-Подільський), Києво-Печерська лавра (Київ), парк „Софіївка” (Умань), Софія Київська (Київ), Херсонес Таврійський (Крим), Хотинська фортеця (Хотин) і Хортиця (Запоріжжя) [4]. Кожне з них викликає захоплення, милує око. Інколи важко уявити, що це могла вигадати і зробити людина.

Усі ми добре розуміємо, що розв'язування задач – одна з активних форм навчання математики, що допомагає учням по-новому поглянути на відомі вже факти, вчить самостійно здобувати знання. У дітей формується особливий стиль мислення: повноцінність аргументації, дотримання логічної схеми міркувань, лаконічність вираження думок, чіткість і точність вживання термінів, понять. І якщо задача не тільки збудить творчу думку учнів, змусить їх працювати, удосконалюватись, а й спонукатиме до аналізу реальних процесів і явищ, то користь від неї буде подвійна.

Тому ми вирішили поєднати цікаві історичні факти про чудеса України і розв'язування задач, створивши збірник задач «Сім чудес України у математичному вимірі». Метою збірника є не тільки отримання вчителем чи учнем чергової задачі, а відкриття цікавих сторінок життя нашої Батьківщини. Посібник допоможе при підготовці до уроку і зробить його пізнавальним.

Дітям буде цікаво розв'язувати задачі (їх 90), які містять інформацію про дані чудеса України. Події, які відбувалися в часи їх створення і існування, будуть спонукати школярів до пізнання своєї минувшини і доводити, що математика, історія, мистецтво нерозривні.

Наведемо приклади деяких задач зі збірника. Наприклад, задачі, що стосуються одного із чудес України, а саме Києво-Печерської лаври (це задачі, як усні так і письмові).

- Яка висота Великої Дзвіниці, композиційного центра Лаври, якщо це число збільшити в два рази, відняти від нього 76, знайдену різницю помножити на 3, то одержимо 350 м без 2?

- Яка кількість похованих святих знаходиться у печерах Лаври, якщо це число є НСК (5,8,3)?

- Яка загальна довжина Ближніх і Дальніх печер, якщо довжина Дальніх - число, що є кратне 141м, але більше 260м і менше 290м, а довжина Ближніх на 88м більша?

Який відсоток становить дана довжина від 1 км? (65,2%)

- Лабіринти Ближніх і Дальніх печер приваблюють своєю неповторною своєрідністю. Визначте найменшу і найбільшу глибину печер, обчисливши значення виразів.

$$14 \frac{1}{2} + 35 \frac{1}{2} - 2 \frac{1}{6} - 42 \frac{1}{6} \quad \left( 13 \frac{3}{5} + 12 \frac{5}{8} - 4 \frac{2}{3} - \frac{67}{120} \right) : \frac{21}{15}$$

Якщо ще використовувати історичний матеріал у проведенні гри, то це буде викликати ще більшу зацікавленість математикою у школярів 5-6 класів. Так нами були створені різноманітні ігри, як для проведення у класі, так і на дистанційному (що особливо актуальним є у теперішній час) навчанні.

Зокрема, «Математичний марафон, або хід конем», коли діти, роблячи хід конем на шаховій дошці, потрапляючи у певну клітинку, отримуючи історичну задачу, пов'язану або з вченим, або з відкриттям терміну чи інше, мають дати відповідь, щоб мати можливість дальшого ходу.

На платформі learningapps нами розроблені ігри з використанням історичного матеріалу, а саме «вікторина», «скачки», «класифікація від найбільшого до найменшого», «хронологія» і т.і. Такі невеликі ігри стимулюють у дітей цікавість до математики в умовах змагання. Вони також ефективні в сучасних умовах всесвітньої пандемії в умовах змішаного навчання, тоді коли дітям важко працювати лише з підручником.

Як писав англійський математик Дж. Літвуд: «Моею метою є зацікавлення, а не підвищення рівня знань читачів. Турбота про це є вже їхньою власною справою» [5, С.4]. Вважаємо, що використання історичного матеріалу на уроках математики сприятиме підвищенню зацікавленості, а отже і підвищенню, в подальшому, рівня знань учнів, розвитку громадянської компетентності, залучення дітей досліджувати історично-математичну спадщину.

#### **Список використаних джерел**

1. Сухомлинський В.О. Серце віддаю дітям. Вибр.твори: в 5т.[ редкол.: О.Г. Дзевєрін(голова) та ін.] Т.3.С.9-279
2. Математика. 5–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів // Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-svita/navchalniprogrami/navchalni-programi-5-9-klas>
3. Густинський літопис. [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://litopys.org.ua/old17/old17\\_08.htm](http://litopys.org.ua/old17/old17_08.htm)
4. Про проект . [Електронний ресурс] Режим доступу : <https://7chudes.in.ua/pro-proekt/#:~:text=За%20результатами%20акції%20у%202007,«Софіївка»%2С%20Херсонес%20Таврійський%2С>
5. Воєвода А.Л. Зацікавити математикою. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://library.vspu.net/bitstream/handle/123456789/2426>

**Чабан Аліна Павлівна,**

магістрантка 2-го року навчання спеціальності «Середня освіта (Математика)»

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат педагогічних наук, доцент Дремова І.А.

### **ЗАСТОСУВАННЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОГО І ПРАКТИЧНОГО ЗМІСТУ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ТЕМИ «ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ»**

**Постановка проблеми.** Теорія ймовірностей та її методи усе частіше застосовуються у повсякденному житті. Це обумовлено прикладним характером завдань, які доводиться вирішувати, використовуючи імовірнісні методи. 2020 рік приніс людству чимало “сюрпризів”.

Але саме у таких екстремальних умовах, як не дивно, чітко прослідковується актуальність застосування методів теорії ймовірностей та значущість самої науки. Це стає добрим підґрунтям для мотивації учнів до вивчення теми «Елементи теорії ймовірностей». Тому в умовах сьогодення учителю слід відшукувати такі форми і методи організації вивчення теми, які розкриють зв'язок цієї галузі науки з реальними життєвими ситуаціями, з процесами, які відбуваються в економіці, у суспільстві і т.і. Великим досягненням буде, якщо учень задається питанням «Де мені знадобиться в житті теорія ймовірностей?» або ж проговорить «Я дійсно зрозумів».

Питанням методологічного характеру приділяв велику увагу Б.В. Гнеденко. Науковці Л.О. Соколенко, Л.Г. Філон, В.О. Швець розглядали прикладні задачі, в тому числі, з теорії ймовірностей. Л.М. Тичинська докладно розкрила тему з точки зору її розвитку. Усі роботи методистів так чи інакше акцентують увагу на розкритті прикладного потенціалу застосування законів науки, підтриманні інтересу і зацікавлення учнів. Реалізувати таке завдання і мотивувати учнів до вивчення теми «Елементи теорії ймовірностей» можна за рахунок розв'язування задач прикладного спрямування на кожному етапі опанування навчальним матеріалом.

**Актуальність** теми полягає в тому, що правильно сформульовані і доцільно застосовані задачі прикладного і практичного змісту сприяють усвідомленому вивченню теми та дають змогу сформувати в учнів знання, уміння та навички необхідні для подальшого вивчення дисципліни. Розв'язання таких задач сприяє формуванню в учнів уміння осмислювати зміст понять, застосовувати здобуті знання на практиці, аналізувати отримані результати.

Розглянемо деякі приклади задач прикладного і практичного змісту, розв'язання яких є доцільним під час введення основних понять теми «Елементи теорії ймовірностей».

**Основний виклад матеріалу.** Дана тема вивчається в 11-му класі у розділі «Елементи комбінаторики, теорії ймовірностей». На профільному рівні на її опанування відводиться 30 годин. Її вивчення слід почати з уроків, на яких сформувати уявлення про такі поняття: стохастичний експеримент, випадкова подія, елементарні події, простір елементарних подій, несумісні події, неможлива подія, вірогідна подія, класичне означення ймовірності. Вводити такі поняття доцільно використовуючи життєві ситуації. Наприклад: у повсякденному житті ми раз у раз зустрічаємося з теорією ймовірності: при вирішенні спору – ймовірність витягнути довгого сірника, або, граючи з друзями у настільні ігри, ми фантазуємо собі конкретне число, яке має випасти на гральному кубіку, щоб пройти бажану кількість кроків, чи, написавши контрольну роботу, оцінюємо можливий перебіг ситуації.

Одне з ключових понять теми – це класичне означення ймовірності. Тільки на основі рівноможливості результатів ми можемо говорити про класичне означення ймовірності. Серед задач, які пропонуються у шкільних підручниках: задачі з підкиданням монети, грального кубика; витягання кульок різного кольору; задачі з гральними картами або лото. Такі задачі, безумовно, потрібні, але вчителю слід подбати і про наявність таких задач, які мають переконати учнів у значущості вивчення класичного означення ймовірності. Наприклад:

1. На першому уроці цієї теми, коли немає оцінок і вихід кожного учня до дошки є рівноможливим, запропонуйте учням вирахувати ймовірність того, що саме він (вона) сьогодні піде до дошки розв'язувати задачу.
2. Напередодні свята – дня матері, хлопець купує квіти для своєї матері. У магазині до продажу пропонуються готові букети квітів: півонії, айстри, троянди та жоржини. Вони різних кольорів: червоного, рожевого, білого, жовтого та бордового. Усі букети є у цих 5 кольорах. Яка ймовірність того, що хлопець придбає букет півоній або букет квітів білого кольору?

Розв'язуючи такі задачі з учнями, учителю варто вказати на несумісність подій. Для цього необхідно розглянути приклади і показати відмінність між сумісними та несумісними подіями. Тут же формуються в учнів поняття суми (об'єднання), добутку (перерізу) подій та досліджуються основні властивості операцій над подіями. Операції над подіями доцільно подати за допомогою кругів Ейлера–Венна.

Другий етап вивчення теми – ознайомлення учнів з одним з фундаментальних понять теорії ймовірностей – аксіоми теорії ймовірностей та наслідки з них. Перш ніж сформулювати аксіоми теорії ймовірностей, слід дати учням уявлення про те, що таке частота та відносна частота випадкової події. Також варто зауважити, що існують статистичне, аксіоматичне та геометричне означення ймовірності. Геометричне означення ймовірності в курсі старшої школи на профільному рівні не вивчається, але заслуговує, щоб про нього згадали і пояснили. Після розгляду різних означень ймовірності можна запропонувати низку задач, розв'язання яких спрямоване не на вміння знаходити ймовірність, а на вміння розпізнавати, яке означення слід застосувати. Наприклад:

1. У ході досліджень було виявлено найбільш популярні курорти Азовського моря в Україні і прорахована частота їх вибору. Результати подано у таблиці 1.

| Курорти        | Бердянськ | Урзуф | Кирилівка | Мелекіне | Маріуполь |
|----------------|-----------|-------|-----------|----------|-----------|
| Частота вибору | 30        | 11    | 23        | 9        | 27        |

Табл.1. Частотний розподіл вибору курорту Азовського моря

Яка ймовірність того, що:

- a) навмання обрана путівка пропонуватиме відпочинок не у Маріуполі;
- b) навмання обрана путівка пропонуватиме відпочинок у Бердянську або Урзуфі?

2. Через яке означення ймовірності треба знаходити ймовірність події, яка задана в умові наступної задачі? Відповідь обґрунтуйте.

При виборі квитка у заданому напрямку пропонують на вибір 29 квитків з місцями: 7 верхніх не бокових, 9 нижніх не бокових, 8 верхніх бокових, 5 нижніх бокових. Яка ймовірність того, що навмання обраний квиток пропонує не бокове і не верхнє місце?

Третій крок – умовні та незалежні події. Коли ми розглядаємо ймовірності, певні з них мають додаткові умови. Якщо ймовірність події А знаходиться за умови, що подія В відбулася, то така ймовірність називається умовною і обчислюється за формулою  $P_B(A) = \frac{P(A \cdot B)}{P(B)}$ ,  $P(B) > 0$ . Незалежними називаються дві події, якщо настання наступної події не залежить від результатів попередньої. Розібрати ці поняття можна на прикладі такої задачі.

Задача. Дівчина – блогер, замовила 12 коробок сюрпризів від YouBox, серед яких 8 з солодощами і 4 з ігровими девайсами та гаджетами. Вони добре запаковані і на них немає написів, що саме в цій коробці. Щоб розпаковка для глядачів була більш цікавою, потрібно один відкрити з солодощами, а інший з девайсами. Знайдіть ймовірність того, що перша навмання обрана коробка із солодощами, а друга – з девайсами (або навпаки).

Четвертий етап – це вивчення поняття випадкової величини та її математичного сподівання.

Наприклад, четверо учнів з класу складають ЗНО з математики. Ймовірність того, що перший учень складе ЗНО, становить 0,77. Ймовірність того, другий учень складе ЗНО – 0,54. Для третього та четвертого учнів ця ймовірність дорівнює відповідно 0,63; 0,7. Побудувати закон розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини X – числа учнів, які складуть ЗНО з математики.

Під час вивчення всієї теми слід домагатися від учнів свідомого застосування означень або теорем, а також формувати у них уміння обґрунтовано добирати і використовувати формули комбінаторики для обчислення ймовірностей.

Наприклад, на час карантину школа перейшла на змішаний формат навчання. Пропонується винести 8 предметів на навчання у школі та 5 предметів – онлайн навчання. Сьогодні по розкладу 4 уроки (всі різні). Яка ймовірність того, що у дітей сьогодні день дистанційного навчання?

Рекомендації щодо успішного опанування учнями основними поняттями теми «Елементи теорії ймовірностей»:

1. Систематизувати теоретичний матеріал у таблицях та схемах.
2. Введення кожного поняття, твердження чи теореми супроводжувати задачею прикладного або практичного змісту.
3. Пропонувати учням для розв'язання актуальні задачі прикладного і практичного змісту.
4. І головне, не тільки давати учням готові завдання, але й спонукати їх до складання і розв'язання задач з їх повсякденного життя, з використанням життєвих ситуацій.

Тема «Елементи теорії ймовірностей» знайомить учнів з достатньо великим арсеналом нових знань. Щось вже відомо і потребує вдосконалення, а дещо зовсім нове і потребує зусиль для усвідомлення. Співпраця має мотивувати і учнів, і вчителя. Учителя до створення нового та цікавого, а учнів до більш глибокого занурення у тему і завдання. Варто зосереджувати увагу учнів на практичному спрямуванні теми. Підсилювати інтерес до вивчення, розв'язуючи не одну і не дві задачі прикладного характеру, а багато. Головне знайти в учнів той «нерв», який буде реагувати імпульсом на кожну цікаву їм задачу.

### **Список використаних джерел**

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. Москва, Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988, 446 с.
2. Соколенко Л.О. Прикладні задачі природничого характеру в курсі алгебри і початків аналізу: практикум. Навчальний посібник. / Л. О. Соколенко, Л. Г. Філон, В. О. Швець – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 128 с.
3. Тичинська Л. М. Теорія ймовірностей. Ч. 1. Історичні екскурси та основні теоретичні відомості : навчальний посібник / Л. М. Тичинська, А. А. Черепашук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 112 с.

*Матеріали секційного засідання  
кафедри загальної та прикладної фізики  
(26 листопада 2020 р.)*

**Програма  
секційного засідання кафедри загальної та прикладної фізики**

**Керівник:** завідувач кафедри ЗПФ, академік НАПН України, д.ф.-м.н., професор Шут М.І.

**Секретар:** к.ф.-м.н., доцент Рокицький М.О.

*Дата проведення:* 26 листопада 2020 р.

*Початок роботи:* 14<sup>00</sup>

*Google Meet-лінк:*

<http://meet.google.com/scg-jeid-kss>

PIN-код: 976 477 725#

1. **Вітальне слово**(академік НАПН України, д.ф.-м.н., проф. Шут М.І.).
2. *Комп'ютерне моделювання фізичних процесів*  
**Кирпель Павло Станіславович, 2 ФАмн**  
Науковий керівник: д.ф.-м.н., проф. Шут М.І.
3. *Будова та властивості полімерних матеріалів*  
**Яцина Дмитро Віталійович, 4 ФСО**  
Науковий керівник: д.ф.-м.н., проф. Шут М.І.
4. *Теплове розширення полімерних композиційних матеріалів на основі пентапласту*  
**Курбет Дар'я Євгеніївна, 4 ФА**  
Науковий керівник: д.ф.-м.н., проф. Шут М.І.
5. *Теплопровідність полімерних композиційних матеріалів*  
**Карпенко Марія Іванівна, 4 ФА**  
Науковий керівник: д.ф.-м.н., проф. Шут М.І.
6. *Підвищення компетентності учнів з фізики як важлива педагогічна проблема*  
**Бадьона Катерина Володимирівна, 1 ФСОмп**  
Науковий керівник: д.пед.н., проф. Благодаренко Л.Ю.
7. *Фізико-механічні властивості полімерних наноконкомпозитів на основі пентапласту*  
**Гончарук Світлана Сергіївна, 4 ФСО**  
Науковий керівник: д.пед.н., проф. Благодаренко Л.Ю.
8. *Дослідження елементарних частинок – шлях до створення високих технологій*  
**Іванченко Єлизавета Вадимівна, 4 ФА**  
Науковий керівник: д.пед.н., проф. Благодаренко Л.Ю.
9. *Використання композиційних матеріалів у stealth-технологіях*  
**Пустова Світлана Олександрівна, 1 фмзСО**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Січка Т.Г.
10. *Вплив ультрафіолетового опромінення на властивості епоксидного полімеру*  
**Банак Віталій Данилович, 2 ФАмн**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Січка Т.Г.
11. *Фізичні властивості каучуків та резин*  
**Борисюк Анастасія Сергіївна, 4 ФСО**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Січка Т.Г.
12. *Вивчення фізичних властивостей реальних речовин. Спецкурс.*  
**Путь Олена Андріївна, 4 ФСО**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Січка Т.Г.

13. *Розвиток фізики низьких температур в Україні*  
**Дацько Сергій Павлович, 4 ФА**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Січка Т.Г.
14. *Акустичні властивості полімерних композицій системи пентапласт-AgI*  
**Телеганенко Дмитро Володимирович, 2 ФАмн**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Рокицький М.О.
15. *Особливості впровадження нанотехнологій у навчальний процес при підготовці фахівців з фізики*  
**Шепельський Владислав Ігорович, 1фмзСО**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Рокицький М.О.
16. *Фізико-механічні властивості полімерних наноконкомпозитів ПХТФЕ - діоксид олова*  
**Урсул Катерина Володимирівна, 3 ФСОМ**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Рокицький М.О.
17. *Застосування нанотехнологій в фізиці, як засіб підвищення фахової підготовки вчителів*  
**Казакова Інобат, 2ФСОмп**  
Науковий керівник: к.пед.н., доц. Козеренко С.І.
18. *Альтернативна енергетика. Гідроенергетика*  
**Шклярська Валерія Юрївна, 3 ФСОА**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Василенко С.Л.

*Бадьона Катерина Володимирівна*

магістрантка 1-го р.н.

спеціальності 014 Середня освіта Фізика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник: доктор пед. наук, професор Благодаренко Л.Ю.*

## **ПІДВИЩЕННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ ЯК ВАЖЛИВА ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА**

Фізика – один з найбільш складних навчальних предметів, вивчення якого вимагає від учнів високого інтелектуального рівня та в достатній мірі розвинутого логічного мислення. Але нині ми є свідками того, що у навчанні фізики на всіх етапах середньої освіти склалася несприятлива ситуація. Впродовж останніх років у випускників закладів середньої освіти різко впав попит на спеціальності фізичної та фізико-технічної спрямованості. Зовнішнє незалежне оцінювання з фізики щорічно проходять в середньому близько 6-7% від загальної кількості випускників, а лише близько 4-5 % одержують позитивні результати. Очевидно, що саме по природничих науках перебудова освіти вдарила у найбільшій мірі, і розпочинає цей ряд фізика. Тому нині ми повинні шукати всіх можливих шляхів підвищення рівня знань учнів з фізики.

Можна із впевненістю стверджувати, що в умовах впровадження Нової української школи особливої актуальності набуває проблема підвищення компетентності учнів з фізики, адже саме фізика є основою усіх сучасних інноваційних технологій, з якими у тій чи іншій мірі повинна бути обізнана кожна людина [1]. Але як це реалізувати з урахуванням слабкої мотивації учнів до її вивчення? Відповідь очевидна – слід починати ознайомлення учнів з основними законами і закономірностями фізики з першого етапу навчання та продовжувати це надалі. Тому на перше місце серед ключових педагогічних проблем висувається проблема забезпечення наступності фізичної освіти на всіх ланках навчання, оскільки лише в умовах наступності створюються можливості для забезпечення її достатнього наукового рівня та орієнтації учнів на вибір фізико-математичного профілю навчання в закладах середньої освіти III ступеня. Проте проблема наступності в контексті впровадження Нової української школи є недостатньо вивченою, оскільки незрозуміло, як можна буде реалізувати цей принцип в умовах, коли навчальний час учні проводять у грі і надані самі собі відповідно до своїх уподобань, адже реалізація принципу наступності вимагає чіткого структурування навчання, а також системного підходу. Незважаючи на це, необхідно шукати шляхів у забезпеченні наступності навчання в закладах середньої освіти, інакше навряд чи можна буде надалі формувати компетентних фахівців. Також фактом є те, що ґрунтовні знання не можна сформувати миттєво, це завжди тривалий і послідовний процес, між елементами якого повинна забезпечуватись наступність. Що слід розуміти під наступністю в навчанні фізики? Принцип наступності в навчанні фізики полягає в тому, що на певному освітньому етапі учні засвоюють знання, уміння та навички, а з переходом до нового етапу поглиблюють та розширюють їх, використовуючи при засвоєнні нового навчального матеріалу та в інших видах навчальної діяльності.

Для успішної реалізації принципу наступності в навчанні фізики необхідно здійснювати ретельний аналіз навчального матеріалу тих предметів, зміст яких забезпечує можливості для цього. Очевидно, що формування окремих фізичних понять доцільно розпочинати не у 7-му класі, а на більш ранніх етапах навчання, наприклад, при вивченні навчального предмета «Природознавство», на уроках математики і навіть трудового навчання. Наприклад, при вивченні у розділі 1 теми «Речовина і поле. Будова речовини» (7 клас) вводяться відомості про молекулярну будову речовини, які в подальшому розвиваються упродовж всього курсу фізики [2]. Але учителями і науковцями досить часто висловлювались думки з приводу того, що на початку вивчення фізики введення молекулярно-кінетичних уявлень можна здійснити на належному науковому рівні лише при наявності в учнів необхідних для цього знань, які можна одержати при вивченні курсу «Природознавство». Отже, якщо учні мають первинні знання про молекулярно-кінетичні уявлення, то питання про будову речовини можна розглядати не поверхнево, а на достатньому науковому рівні, що дозволить значно підвищити вимоги до знань

і умінь учнів, а саме: учні повинні не лише назвати агрегатні стани речовини, а й описати особливості руху атомів і молекул речовини в різних агрегатних станах; з'ясувати залежність лінійних розмірів твердих тіл від температури; уміти порівнювати фізичні властивості тіл у різних агрегатних станах. У розділі 1 (7 клас) учні також ознайомлюються з ядерною моделлю атома. Засвоєння цих знань буде для них набагато простішим, якщо з курсу «Природознавство» вони дізнаються про існування атомів, про розвиток поглядів на будову речовини. На конкретних прикладах можна показати, які можливості для реалізації наступності в навчанні фізики забезпечує навчальний предмет «Природознавство» у 5-му класі. Такий підхід забезпечує певну концентричну систему навчання, тобто повернення до одного й того самого питання на кожному витку навчання, але на більш високому рівні складності. Це дозволяє забезпечити набуття учнями інтелектуального досвіду, оволодіння ними навичками аналізу, систематизації і узагальнення навчальної інформації, забезпечує продуктивність навчання. Відповідно знання, які сформовані на різних освітніх етапах за схемою: від простого – до складного – є значно міцнішими і більш усвідомленими. За таких умов вже можна казати про формування предметної компетентності учнів з фізики, адже така компетентність – це, насамперед, ґрунтовне усвідомлене оволодіння теоретичними знаннями та навичками практичних дій.

Важливою умовою успішної реалізації наступності у навчанні фізики є її відображення у підручниках нового покоління. Проте можна стверджувати, що у чинних підручниках з фізики принцип наступності не реалізований в достатній мірі. На наш погляд, найкращим чином це зроблено у підручниках для закладів середньої освіти II ступеня авторів М.І. Шута, М.Т. Мартинюка, Л.Ю. Благодаренко, у яких вивчення кожного явища, поняття, закону ґрунтується на знаннях, що отримані учнями на попередніх етапах навчання [2], [3], [4]. Важливо також, що у підручниках цих авторів вдало актуалізуються пропедевтичні знання учнів через використання відповідних, цікавих для учнів прикладів, що дозволяє забезпечити усвідомлене сприйняття учнями нового навчального матеріалу.

Отже, забезпечення в учнів достатнього рівня предметної компетентності з фізики в закладах середньої освіти є актуальною педагогічною проблемою, оскільки впродовж останніх років у випускників закладів середньої освіти різко впав попит на спеціальності фізичної та фізико-технічної спрямованості, а кількість бюджетних місць на такі спеціальності знизилася. Все це свідчить про те, що випускники закладів середньої освіти мають недостатній рівень знань з фізики, який не дозволяє їм претендувати на отримання вищої освіти за спеціальностями відповідної спрямованості. Одним з важливих чинників успішного розв'язання цієї проблеми є дотримання наступності при засвоєнні законів і закономірностей фізики на різних етапах навчання. При цьому слід констатувати, що сучасний освітній процес значно складніший, ніж традиційний, а тому при розробленні підходів до розв'язання проблем навчання фізики слід враховувати багатовекторність цього процесу та дотримуватися єдності усіх його складових.

#### **Список використаних джерел:**

1. Міністерство освіти і науки України. Нова Українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. Фізика: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2015. – 256 с.: іл.
3. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. Фізика: підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. – К.: м. Ірпінь: ВТФ «Перун», 2016 – 272 с.: іл.
4. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. Фізика: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. – К.: м. Ірпінь: ВТФ «Перун», 2017 – 224 с.: іл.

*Гончарук Світлана Сергіївна*  
студентка 4 курсу  
спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
*Науковий керівник:* доктор пед. наук, професор Благодаренко Л.Ю.

## **ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ПЕНТАПЛАСТУ**

Ведення наночастинок до складу полімерних матеріалів викликає широкий комплекс явищ і ефектів, що дозволяє створювати нові конструкційні композиційні матеріали з особливою структурою та властивостями. Залежно від властивостей наповнювачів їх модифікуючий вплив на властивості композитів є різним. Метою даної роботи було з'ясування впливу багатопшарових вуглецевих нанотрубок на фізико-механічні властивості полімерних наноккомпозитів на основі пентапласту [1].

Дослідження акустичних властивостей полімерних наноккомпозитів системи пентапласт - ВНТ проводилися імпульсним фазовим методом при кімнатній температурі. Для реалізації імпульсного фазового методу використовували вимірювач швидкості та поглинання ультразвуку "УС-12-ИМ", ультразвукові випромінювач та приймач із буферними стержнями.

Сукупний з раніше викладеними результатами, аналіз наведених концентраційних залежностей швидкості поширення  $C$ , коефіцієнта поглинання  $\alpha$  ультразвуку на частотах 5, 7,5 та 10 МГц та тангенсу кута механічних втрат, свідчить про сильний характер взаємодії компонентів системи пентапласт - вуглецеві нанотрубки, що проявляється у зміні властивостей та структури складових компонентів та дозволяє зробити висновки про динаміку зміни структури та розміру неоднорідностей системи пентапласт - ВНТ. Оскільки швидкість ультразвуку у всій дослідженій концентраційній області є значно вищою ніж для ненаповненого пентапласту, можна зробити висновок, що при наповненні пентапласту вуглецевими нанотрубками має місце значне зростання пружності композиту в порівнянні з чистою полімерною матрицею. Очевидно, це може відбуватись за рахунок значної зміни структури полімерної складової системи та утворенні навколо ВНТ міжфазного шару з більш впорядкованою по відношенню до чистого пентапласта структурою, про що додатково свідчать результати дослідження теплоємності системи пентапласт - ВНТ [2].

Додаткову інформацію дають залежності значення "стрибка" коефіцієнта поглинання від частоти, що більш за все свідчать про зміну розміру неоднорідностей структури. Для малих концентрацій ВНТ ( $\varphi \leq 0,12$  об. %) збільшення вмісту наповнювача відповідає зменшенню відстані між окремими вуглецевими нанотрубками, оточених поверхневим шаром пентапласту з особливими структурою та властивостями [3, 4]. Розмір неоднорідності в цьому випадку відповідає розміру агрегатів ВНТ оточених поверхневим шаром пентапласту у матриці пентапласту, що знаходиться у вільному стані. Зростання розміру неоднорідності в цьому випадку можливе тільки за рахунок коагуляції частинок ВНТ при збільшенні його вмісту.

Подальше збільшення вмісту наповнювача до 2 % супроводжується слабкими змінами "стрибка" поглинання, а отже характеризується практичною незмінністю розмірів неоднорідностей структури композиту, що пояснюється перекриттям поверхневих шарів пентапласту і перебуванням частинок ВНТ у суцільній матриці пентапласту у стані поверхневого шару.

Про перебування пентапласту у стані поверхневого шару із більш впорядкованою по відношенню до ненаповненого пентапласту структурою із практично незалежними від

концентрації розмірами структурних неоднорідностей свідчить також характер концентраційних залежностей тангенса кута механічних втрат у композитах системи, а також зростання швидкості поширення та зменшення поглинання ультразвуку.

Висновки. Зміна значень "стрибка" поглинання, при зміні частоти свідчить про те, що розмір агрегатів ВНТ в матриці пентапласту як перешкоди для механічної хвилі, є значно меншими, ніж розміри частинок пентапласту, а практична сталість усіх досліджених характеристик при досягненні концентрації ВНТ  $\varphi \approx 0,3$  об. % свідчить про перехід пентапласту при цій концентрації у стан поверхневого шару.

#### **Список використаних джерел:**

1. Мулин Ю.А., Ярцев И.К. Пентапласт. - Л.: Химия, 1975. - 120 с.
2. Шут М.І., Рокицький М.О., Рокицька Г.В., Шут А.М., Стасюк І.М. Теплофізичні властивості полімерних композиційних матеріалів на основі пентапласту і вуглецевих нанотрубок // Фізика аеродисперсних систем. - 2018. - № 55. - С. 8-13.
3. Rokytska H.V., Stoliarova S.S., Rokytskyi M.O., Shut M.I. Features of the Heat Conductivity of Penton Filled by MWCNT: Abstracts of XVII International Freik Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (May 20-25, 2019, Ivano-Frankivsk, Ukraine). - 2019. - P. 221.
4. Rokytska H.V., Shut M.I., Rokytskyi M.O., Shut A.M. Heat conductivity of penton filled by multi-walled carbon nanotubes // Abstracts of the International research and practice conference: "Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2018)" (August 27-30, 2018, Kyiv, Ukraine). - 2018. - P. 493.

*Дацько Сергій Павлович*

студент 4 курсу  
спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, професор Січкара Т.Г.

## **РОЗВИТОК ФІЗИКИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР В УКРАЇНІ**

Ідея створення в Україні (тоді Українській РСР) центру по дослідженні низьких температур при Харківському фізико технічному інституті (тоді УФІ) належить видатному організатору радянської фізики академіку А.Ф. Йоффе.

Уже в 1928 році Абрам Федорович ставить питання про організацію фізико-технічного інституту в Харкові, і в цьому ж році питання було вирішене. Вибір місця був доцільний, оскільки Україна з її вугільної, рудної, металургійної, суднобудівної та машинобудівної промисловістю була на той час розвиненою. У Харкові в 1931 році був пущений тракторний завод, йшло будівництво турбінного заводу, працювали заводи електромеханічний і транспортного машинобудування.

У "колиски" нового інституту, поряд з А.Ф. Йоффе, стояли видатні вчені - його учні, яких він залучив до роботи зі складання програми інституту і необхідним організаційним заходам. Це були - Н.Н. Семенов, І.В. Обреїмов, А.І. Лейпунській, Д.А. Рожанській, Я.Г. Дорфман. До обговорення були залучені відомі українські вчені - Л.В. Писаржевського (Дніпропетровськ), Е.А. Кіроллова (Одеса), А.А.Слущкіна (Харків). Особлива роль в організації інституту належала І.В. Обреїмову, який займався всім - від формування його майбутнього наукового профілю до вироблення проекту будівлі. І.В. Обреїмов відзначав велику допомогу П.Л. Капіци: "Кількість зауважень його і за проектом будівлі, і з планування наукових робіт було велике. Але і, крім того, він умів вносити дух бадьорості та оптимізму, дух поваги до своїх сил, що йому так властиво".

Для швидкого становлення інституту величезне значення мав приїзд цілого загону вже відомих фізиків – А.І. Лейпунського, А.Ф. Приходько, Ю.Н. Рябініна, А.В. Стапанова, Н.А. Брілліантова, Г.Д. Латишева, Я.С. Кана, П.І. Стрельнікова, Д.Д. Іваненко, а потім Л.В. Шубнікова, О.Н. Трапезнікової, К.Д. Синельникова, Л.Д. Ландау. З 1930 по 1935р до Харкова щорічно на місяць приїжджав П.Л. Капіца. В УФТІ була запланована широка комплексна тематика досліджень: фізика твердого тіла, фізика низьких температур, фізика ядра, електромагнітні коливання, теоретична фізика.

23 березня 1931 року вперше був зріджений водень.

В 1930 році до Харкова після ряду років роботи в Лейдені приїхав Л.В. Шубніков. Талановитий фізик, він розвивав в УФТІ роботи з проблем надпровідності, магнетизму, теплових властивостей тіл, рідкого гелію і ін. Це значно розширило коло питань, що вирішуються кріогенною лабораторією, якою він керував до 1937 року.

У перші ж роки роботи кріогенної лабораторії УФТІ був отриманий ряд кардинальних змін у вивченні надпровідності, магнетизму, теплових властивостей, властивостей рідкого гелію. У дослідженнях надпровідності (1934-1938 роки) Л.В. Шубніков з співробітниками (Ю.Н. Рябініним, В.І. Хоткевичем, Н.Е. Алексєєвським, Г.Д. Шепелевим) отримав ряд результатів, що стали потім класичними.

У 1933-1934 роках було відкрито явище, яке несправедливо увійшло в літературу під одним прізвищем, – ефект Майснера; насправді ж рівність нулю магнітної індукції в металі в надпровідного стану незалежно було експериментально показано в Харкові в безпосередніх вимірах магнітних властивостей надпровідників. Майснер цю обставину виводив з вимірів зміни топографії поля в околицях надпровідника при цьому переході.

У 1934-1936 роках вперше були виявлені і вивчені основні властивості надпровідних сплавів – перш за все відсутність стрибка теплоємності при переході через критичну температуру. Це явище в міжнародній літературі отримала назву фази Шубнікова.

В успіхах експериментальних робіт Л.В. Шубнікова велику роль відігривала його тісна творча співдружність з Л.Д. Ландау, який в ці ж роки працював над проблемою надпровідності, створив теорію доменної структури феромагнетиків, основи теорії антиферомагнетизму, фазових переходів другого роду.

У 1937 році Л.Д. Ландау запропонував теорію проміжного стану надпровідників, створюваного зовнішнім магнітним полем (шарувата структура нормальних і надпровідних шарів, що чергуються, орієнтованих уздовж поля). У тому ж році Л.В. Шубніков знаходить пряме підтвердження такої структури у вигляді сильної анізотропії електричного опору монокристалічного олов'яного кулі в магнітному полі.

Перші результати, отримані в кріогенній лабораторії не тільки при дослідженні надпровідності, але і в інших областях фізики, стали класичними. Так, в ті ж 1934-1937 роки Л.В. Шубніков, О.Н. Трапезнікова, С.С. Шаліт знайшли і вивчили теплові та кріомагнітні аномалії ряду речовин, які в подальшому отримали назву антиферомагнетиків.

У 1936-1937 роках Б.Г. Лазаревим і Л.В. Шубніковим був відкритий і кількісно вивчений ядерний парамагнетизм масивної речовини при температурах 1,7-4,2К. Цей результат вніс кардинальні зміни в уявлення про природу ядерного намагнічення діелектриків.

Було вивчено цілий комплекс властивостей рідкого гелію.

У 1936 році разом з Л.В. Шубніковим і А.І. Лейпунським працювали І.В. Курчатов і Г.Я. Щепкін, що приїхали з Ленінграда. Вони проводять дослідження уповільнення і поглинання нейтронів при температурах рідкого водню. Крім суті справи, при цьому було цікавим та обставина, що, мабуть, вперше в світовій практиці в одному приладі використовувався рідкий водень у кількості 50л.

Таким чином, створений в 1928 році Український фізико-технічний інститут (згодом Харківський фізико-технічний інститут) на багато років став флагманом розвитку фізики низьких температур, кріогенних досліджень то що. На жаль, арешт Л.Д. Ландау, арешт в розстріл в 1937 році Л.В. Шубнікова, арешти та репресії по відношенню до провідних українських вчених, сповільнило темпи розвитку фізики низьких температур.

**Іванченко Єлизавета Вадимівна**

студентка 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ ім. М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* доктор педагогічних наук, проф. Благодаренко Л.Ю.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК – ШЛЯХ ДО СТВОРЕННЯ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Нині фізики в усьому світі намагаються розв'язати проблеми фізики елементарних частинок. Але на шляху виконання цього важливого завдання виникає багато ускладнень. По-перше, це використання складних математичних моделей, а по-друге – необхідність здійснення експерименту, який у цій галузі фізики поставити надзвичайно важко. Проте дослідження елементарних частинок можуть не лише відповісти на такі фундаментальні питання, як «Звідки з'явилися частинки?» «Як зародився Всесвіт?», але й надати ще більшого прискорення науковому прогресу, потужно вплинути на подальший розвиток високих технологій. А це забезпечить можливість позбавитися хакерства, замінити майже всю електроніку на бозоніку, керувати магнітним та електричним полями, а також гравітацією. Все це здається дивовижним, але людство вже зробило перший крок до цього майбутнього [1]. З'ясуємо, що мається на увазі.

У першій половині 60-х років Пітер Хіггс запропонував гіпотезу, яка пояснювала походження маси елементарних частинок та їх взаємодії [2]. Для цього була створена стандартна модель. Ця модель не пояснює виникнення частинок та наявності в них саме такої маси. Проте вона дає фізикам можливість зрозуміти механізм взаємодії частинок та особливості будови мікросвіту. А це по суті код Всесвіту. Стандартна модель описує види взаємодій між елементарними частинками, а саме: електромагнітна взаємодія – її переносять фотони; слабка взаємодія –  $W$ - і  $Z$ -бозони (відповідають за термоядерні реакції та за радіоактивний розпад) та сильна взаємодія – глюони (бозони, які відповідають за сильну взаємодію кварків) [3]. Стандартна модель зумовила розроблення двох теорій виникнення Всесвіту: суперсиметрія (SUSY) та теорія мультивсесвіту. Суперсиметрія полягає у симетрії матерії та її взаємодії: у кожній частинки виникає суперпартнер, який змінює функції частинок, тобто у кварків з'являються скварки, у бозона Хіггса – хіггсіно, у електрона – селектрон тощо. Для прикладу: у звичайній стандартній моделі кварки та лептони є цеглинами, а бозони – будівниками, які їх контролюють та утворюють; у суперсиметричному світі, навпаки, ферміони будують бозони. Отже, ця теорія дає можливість зрозуміти, чому одні частинки набагато масивніші за інші [4]. Теорія мультивсесвіту дає нам відповідь на питання, як відбувся Великий Вибух і звідки виникли частинки. Час, за який Всесвіт почав розширюватися у першу долю секунду після Великого Вибуху у цій теорії має назву інфляції. Якщо ця теорія є вірною, то існують паралельні всесвіти і наша сонячна система виникла випадково, лише через те, що у деякому регіоні Всесвіту закінчилася космічна інфляція [5]. Для того, щоб підтвердити одну з цих теорій був побудований Великий адронний колайдер, де частинки зі швидкостями, які наближуються до швидкості світла, зіштовхуються одна з одною. Дослідження таких взаємодій було спрямовано на знаходження маси бозону Хіггса. Учені висловили таку гіпотезу: якщо ця маса буде становити 115 GeV, то підтвердиться теорія суперсиметрії, якщо 140 GeV – теорія мультивсесвіту.

4 липня 2012 року відбулася конференція з приводу відкриття бозона Хіггса і оголошення його маси. Експериментальні дослідження дозволили визначити, що вона становить 125 GeV. А це свідчить про те, що обидві теорії одночасно вірні та неправильні [6,7]. На даний момент вчені будують ще більший за масштабом колайдер для того, щоб продовжити експерименти з бозоном та знайти інші частинки. Яку користь людству може принести бозон Хіггса? Річ у тім, що це частинка, яка «склеює» між собою інші частинки. Отже, якщо ми зможемо керувати нею, то зможемо керувати і мікросвітом, аналогічно до того, як за допомогою законів класичної механіки керуємо механізмами. Можна навести такий приклад: якщо до нашої планети рухатиметься величезна комета, яка буде представляти небезпеку, то за допомогою бозону

Хігса стане можливо не просто зруйнувати комету, а й змусити її розсіпатись на елементарні частинки.

Але для того, щоб зрозуміти, як керувати елементарною частинкою, треба почати з фізичного об'єкту більшого розміру, наприклад, з атому. Так, у жовтні 2020 року науковці Принстонського університету (США) запропонували методику, за допомогою якої можна вимірювати квантові властивості атомів, зокрема, їх спіни. Перевага цієї методики полягає в тому, що вона дозволяє вимірювати спіни навіть у випадку, коли атоми надзвичайно близькі один до одного і оптичні прилади вже не дають можливість їх розрізнити. Це зрозуміло, адже у мікроскопів є певна межа дифракції, яка дорівнює довжині хвилі. Це щось схоже на спостереження подвійних зір: дивлячись на нічне небо, ми будемо бачити просто точку. Коли атоми стають надзвичайно близькі один до одного, то їх спіни починають взаємодіяти і «заплутуються». Квантове заплутування – це термін, який визначає нерозривність двох або більше частинок, які продовжують впливати одна на одну навіть на великій відстані – це є основним явищем у мікросвіті. Для того, щоб зчитати спін атома, вчені використали атоми кристалічного ербію (хімічний елемент III групи) та лазер, який налаштований у нанометровому оптичному діапазоні. Підбираючи частоту, можна створити такі умови, коли атом збуджується і сам починає випромінювати слабке світло з певною частотою. Суть цього експерименту полягає у тому, щоб зменшити відстань між атомами та керувати їх взаємодією. Це дозволить утворити квантові логічні ворота, що будуть здатні виконувати певні квантові операції, зокрема, утворення шаблонів білків або напрямку маршруту інформації у квантовій мережі, що на сьогоднішній день є найбезпечнішим для перенесення даних [8]. Усі ми користуємось Інтернетом і для нас, як споживачів, надзвичайно важливим є захист персональних даних. Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що з точки зору фізики можливо забезпечити дуже високий рівень захисту. Сучасний спосіб захисту персональних даних полягає у шифруванні за допомогою математичних задач, які можуть розв'язати потужні комп'ютери, але у цьому випадку існує загроза того, що хакер зможе підібрати правильний цифровий ключ. Квантова ж мережа буде використовувати ті ж самі ключі, проте замість чисел будуть фотони, а з теорії квантової механіки відомо, що утворити точну копію частинки неможливо. Захищена таким чином інформація вже успішно поширюється через супутники або волоконно-оптичні кабелі. Є лише одна причина, чому на сьогодні ще не можливо повністю перейти на квантовий Інтернет – це фінансуванням, адже для цього потрібно переобладнати усі комп'ютери світу [9].

Отже, з відкриттям нових явищ у мікросвіті, з переходом досліджень елементарних частинок на якісно вищий рівень відкриваються, відповідно, значно ширші технологічні можливості, проте питань менше не стає. Одне очевидно – завдяки науковому прогресу настає ера бурхливого розвитку високих технологій та встановлення закономірностей виникнення, розвитку та існування Всесвіту. І головні відкриття ще попереду – через деякий проміжок часу політ наукової думки вже неможливо буде зупинити. При цьому найважливіше значення мають дослідження проблем фізики елементарних частинок.

#### **Список використаних джерел:**

1. How to become a particle physicist? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://particle.univie.ac.at/how-to-become-a-particle-physicist/>
2. Бозон Хиггса: полвека от гипотезы до Нобелевской премии [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://m.polit.ru/article/2013/10/08/ps\\_nobel\\_physics2013/](https://m.polit.ru/article/2013/10/08/ps_nobel_physics2013/)
3. Стандартная модель [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://elementy.ru/LHC/HEP/SM>
4. Суперсимметрия [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://elementy.ru/LHC/HEP/SM/SUSY>
5. Теорія мультівсесвіту [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://svitoch.in.ua/videos/400-teoriya-multyvsesvitu.html>
6. Бозон Гиггса [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ATLAS/atlas15.htm>
7. Ученые заявляют об открытии бозона Хиггса [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

[https://www.bbc.com/ukrainian/ukraine\\_in\\_russian/2012/07/120704\\_ru\\_s\\_higgs\\_boson\\_discover](https://www.bbc.com/ukrainian/ukraine_in_russian/2012/07/120704_ru_s_higgs_boson_discover)

у

8. A new spin on atoms gives scientists a closer look at quantum weirdness [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.sciencedaily.com/releases/2020/10/201030132808.htm>

9. Our quantum internet breakthrough could help make hacking a thing of the past [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://theconversation.com/our-quantum-internet-breakthrough-could-help-make-hacking-a-thing-of-the-past-145139>

**Карпенко Марія Іванівна**

студентка 4 курсу

спеціальності 104 Фізика та астрономія

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: академік НАПН України, доктор фіз.-мат. наук, проф. Шут М.І.

## ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Теплопровідністю називають процес поширення тепла від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, що приводить до вирівнювання температур. При цьому в полімері виникає градієнт температур, який призводить до появи теплового потоку. Цей тепловий потік існує до тих пір, поки внаслідок перенесення енергії градієнт температур не виявиться рівним нулю.[1]

Основний закон теплопровідності (закон Фур'є) може бути сформульовано таким чином: щільність теплового потоку прямо пропорційна градієнту температури:

$$\vec{q} = -\lambda \text{grad}T$$

де коефіцієнт пропорційності  $\lambda$  називають теплопровідністю. Розмірність величини  $\lambda = \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  [2].

Для полімерних матеріалів коефіцієнт теплопровідності знаходиться в межах 0,03 – 0,8 Вт/м·К. Теплопровідність полімерних матеріалів залежить від температури, хімічної структури, фізичного стану і молекулярної маси.

Теплопровідність, рівна кількості тепла, що протікає за одиницю часу через одиницю площі поверхні, перпендикулярної до напрямку потоку тепла при перепаді температур на 1 °К на одиницю довжини в цьому напрямку, тобто:

$$dQ = \lambda \times \frac{dT}{dx} \times dS \times dt,$$

де  $Q$  – кількість тепла, що переноситься за час  $dt$  через площадку  $dS$  в напрямку нормалі ( $x$ ) до цієї площадки в сторону зменшення температури  $T$ ,  $\frac{dT}{dx}$  – градієнт температури [1].

Явище теплопровідності в кристалічних і в аморфних твердих полімерах пояснюється так званою «фононною» теорією. Перш за все, необхідно уточнити поняття фонона. Фонони – це квазічастинки, що являють собою хвилі коливань атомів навколо їх рівноважних положень. Поширення і розсіювання фононів викликається тепловими коливаннями складових частинок полімерів.

Існує припущення, що процес теплопровідності полімера пов'язаний з перенесенням енергії між шарами квантовими порціями зі швидкістю звуку. Для опису переносу енергії в полімерах, зазвичай використовують формулу Дебая:

$$\lambda = \frac{1}{3} \times C_v \bar{v} l,$$

де  $C_v$  – теплоємність одиниці об'єму,  $\vec{v}$  – швидкість звуку,  $l$  – середня довжина пробігу фононів.

При цьому кількість перенесеної енергії вважають пропорційною щільності і теплоємності. Тому теплопровідність аморфних і кристалічних полімерів неоднакова і в залежності від температури змінюється по-різному, що видно з рис. 1 [1].

Встановлено, що при низьких температурах (до 30 °К) теплопровідність кристалічного полімеру визначається переважно переносом фононів на кордонах кристала і залежить від теплоємності. У області I, теплопровідність  $C_v \approx T^3$ . Однак при високих температурах збільшується число фононів і взаємодія між ними, довжина пробігу знижується, теплопровідність експоненціально зменшується з ростом температури [1].

В області II теплопровідність  $\lambda \approx 1/T$ . У цій області вище 100 ÷ 200 °К збуджено дуже багато фононів, довжина середнього пробігу їх невелика і практично не залежить від температури. Разом з тим ефективність взаємодії фононів висока, опір переносу пропорційний температурі та теплопровідність пропорційна величині  $1/T$  [1].

Для аморфних полімерів зазвичай спостерігається зростання теплопровідності зі збільшенням температури від низьких значень до температури склування  $T_c$ . Вище  $T_c$  теплопровідність зменшується.

Зв'язок між  $1/\lambda$  і молекулярною масою полімеру дається рівнянням виду:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_\infty} + \frac{B}{M^{1/2}}$$

де  $\lambda_\infty$  - теплопровідність полімеру з нескінченно великою молекулярною масою ( $M$ ) і  $B$  – константа.

Встановлено, що молекулярна маса поліетилену, при якій настає насичення  $\lambda$ , становить  $\approx 105$  при 413 °К і полістиролу при 373 °К. Причина насичення теплопровідності при збільшенні молекулярної маси пов'язана з тим, що при досить великій довжині ланцюгів доля міжмолекулярних зв'язків зростає і зростає внесок передачі енергії через міжмолекулярні зв'язки. У разі досить довгих макромолекул сумарна щільність фізичних сил міжмолекулярних зв'язків виділяється конформацією макромолекул, а при однаковій конформації мало залежить від молекулярної маси [1].

Фононна модель теплопровідності дає цілком прийнятне якісне пояснення поведінки більшості реальних тіл. Однак, вона не в змозі пояснити ні абсолютне значення  $\lambda$ , ні реальну її температурну залежність.

Зазвичай полімери в чистому вигляді не використовуються і тому в них вводять різні наповнювачі. В цьому випадку наповнювачі в полімері змінюють теплопровідність.

### Список використаних джерел:

1. Сутягин В. М. Основные свойства полимеров: учебное пособие / В.М. Сутягин, О.С. Кукурина, В.Г. Бондалетов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 96 с.
2. Шевченко В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов: учебное пособие / Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова – Москва, 2010.- 99 с.
3. Новиченок Л.Н., Шульман З.П. Теплофизические свойства полимеров. Минск, «Наука и техника», 1971. - 120 с.

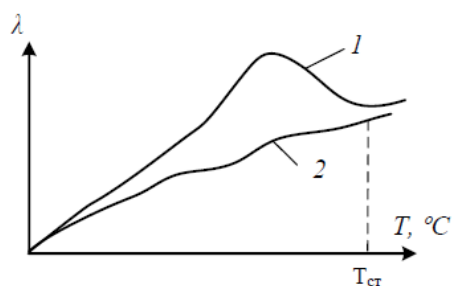


Рис. 1. Залежність теплопровідності полімерів від температури: 1 – кристалічний полімер, 2 – аморфний полімер

*Кирпель Павло Станіславович*  
магістрант 2-го р.н.  
спеціальності 104 Фізика та астрономія  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
*Науковий керівник:* академік НАПН України,  
доктор фіз.-мат. наук, проф. Шут М.І.

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Відомо, що фізика використовує два методи – експериментальний і теоретичний. За словами А Ейнштейна, у розвитку сучасної фізики експериментальний і теоретичний методи неможливо відокремити один від одного, оскільки вони завжди поруч і є нероздільними. Але якщо теоретичний метод, визначальними у якому є наукові гіпотези, узагальнення та систематизація, завжди можна застосувати, то експериментальний метод вимагає розроблення і здійснення фізичних експериментів та інтерпретацію їх результатів, що вимагає певних умов. Крім того, інколи після завершення фізичного експерименту виникає необхідність його відтворення з метою перевірки тих чи інших етапів або демонстрації поза межами лабораторії. Також слід враховувати, що здійснення реального фізичного експерименту інколи вимагає складних і коштовних пристроїв, що не завжди є виправданим. У таких випадках доцільно використовувати комп'ютерне моделювання. Важливо, що за допомогою комп'ютера можна створювати не лише статичні моделі фізичних явищ, але й динамічні. Інтерактивні комп'ютерні моделі дозволяють сповільнити або прискорити час, повторити або змінити умови експерименту. При цьому комп'ютерною моделлю може керувати не лише сам експериментатор, але й кожна людина, яка знайомиться з даним експериментом. Це дозволяє підвищити ступінь засвоєння інформації, особливо у випадку складного та багатоетапного фізичного експерименту. Дослідження фізичних процесів за допомогою комп'ютерних моделей фактично є обчислювальним експериментом. У цьому виявляється зв'язок між теоретичною фізикою, яка забезпечує створення математичних моделей, та експериментальною фізикою, яка реалізує віртуальний фізичний експеримент. Після одержання результатів експерименту здійснюється їх оброблення за допомогою комп'ютерної графіки, а це забезпечує не лише наочність результатів, але й переводить їх сприйняття та інтерпретацію на значно вищий рівень. Комп'ютерні технології також забезпечують можливість виконання набагато більш точних обрахунків за долі секунди, на відміну від людини, якій для цього знадобиться тривалий час.

Фізика досліджує велику кількість процесів, у яких з часом змінюються параметри, зокрема, затухаючі механічні та електромагнітні коливання, вирівнювання температур при теплообміні, витікання рідини, рівень якої змінюється, та інші. Комп'ютерне моделювання таких явищ передбачає дослідження фізичних величин за достатньо малий проміжок часу, коли певні фізичні параметри можна вважати сталими. При цьому за допомогою комп'ютера можна розрахувати усі характеристики процесу. Моделювання передбачає такі етапи:

1. Математичний опис процесу за допомогою рівнянь.
2. Визначення початкових умов.
3. Складання алгоритму розрахунків.
4. Побудова діаграм або графіків.
5. Визначення відповідності моделі до досліджуваного процесу.
6. Встановлення меж застосування комп'ютерної моделі.

Особливого значення набуває комп'ютерне моделювання в освітньому процесі з фізики та астрономії. Так, складним для розуміння учнями є явище фотоефекту, оскільки в реальному експерименті неможливо продемонструвати явище вибивання електронів з поверхні металу. В

умовах шкільного фізичного кабінету за наявності відповідного обладнання можливо лише продемонструвати результат фотоефекту, тобто виникнення фотоструму, а також побудувати вольт-амперну характеристику. При цьому за комп'ютера можливо змоделювати явище вибивання електронів з поверхні металу. При вивченні астрономії для демонстрації видимого руху планет, зір та інших небесних тіл на небесній сфері сьогодні вже не потрібний планетарій – можна використовувати комп'ютер або навіть смартфон. Для цього достатньо увійти у пошукову систему та запустити онлайн трансляцію із супутника або Google Sky. Важливого значення набуває комп'ютерне моделювання для забезпечення експериментальної складової навчання фізики. Нині існує багато електронних ресурсів, які представляють віртуальний фізичний експеримент.

Отже, комп'ютерні моделі забезпечують гнучкість фізичного експерименту, дозволяють розв'язати досить складні експериментальні завдання, сповільнити або прискорити перебіг часу, стиснути або розтягнути простір, змінити параметри фізичного процесу, будувати інтерактивні графіки, що особливо важливо у прикладній фізиці.

### **Список використаних джерел:**

1. Використання комп'ютерних технологій в процесі викладання фізики та астрономії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/vikoristanna-komputernih-tehnologij-v-procesi-vikladanna-fiziki-ta-astronomii-62290.html>
2. Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А., Слободянюк І.Ю. Хмаро орієнтовані технології навчання: навч.-метод. посібн. - Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2020. – 144 с.
3. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. Фізика: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. – К.: м. Ірпінь: ВТФ «Перун», 2017 – 224 с.: іл.

*Пустова Світлана Олександрівна*

магістрант 1-го р.н.

спеціальність 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М. П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, професор Січкара Т.Г.

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У STEALTH-ТЕХНОЛОГІЯХ**

Сфера застосування stealth-технологій (ST) охоплює проектування і виготовлення робототехнічних об'єктів і систем з функцією малої помітності у різних спектрах випромінювання. Крім забезпечення низького рівня помітності до основних напрямків ST належать також створення якісних конструкційних матеріалів для вдосконалення роботи і зносостійкості робототехнічних об'єктів і систем. Адже в основному такі об'єкти використовують під час військових дій і навчань, розвідки, наукових досліджень тощо. На стадії проектування такого об'єкту важливим є як кінцева форма, так і матеріал, з якого той виготовляється.

Радіотехнічна система, яка є джерелом і приймачем випромінювання, і робота якої полягає у виявленні таких об'єктів, працює за принципом радіолокації. Цей принцип передбачає випромінювання радіохвиль і фіксуванню їх «віддзеркалень» від об'єктів (літаків, кораблів тощо). Однак матеріал з 100%-вим поглинанням радіохвиль ще не винайдено. Проблема також полягає в тому, що радіохвилі поглинаються гірше зі збільшенням їх довжин. Проте подібну проблему можливо частково усунути за допомогою правильної конструкції об'єктів. Форма об'єкта відіграє одну з ключових ролей, адже якщо випромінювання не можна повністю

поглинути, його можна віддзеркалити у інший бік від радару. Однак це не означає, що форма вирішує все, адже експлуатаційні витрати можуть бути зменшені при використанні композиційних матеріалів. Зокрема, у ST існує не лише проблема з відношенням поглинутого і віддзеркаленого випромінення поверхнею, але і модернізація відношення вага-міцність об'єкта також є суттєвою. Це все лише вказує на те, наскільки актуальна тема проектування подібних композитних матеріалів сьогодні.

Зокрема робота над матеріалами з високим ступенем поглинання продовжуються і приносить хороші результати. Останнім часом матеріали з ізоляційними матрицями і магнітними або провідниковими наповнювачами все більше привертають увагу в цьому напрямку досліджень.

Для мінімізації віддзеркалення падаючого випромінення необхідно якимось чином зменшити коефіцієнт відбивання поверхні. У роботі [3] пропонується зменшення коефіцієнта шляхом врівноваження імпедансів двох середовищ. Адже електромагнітна хвиля буде відбиватися від середовища лише у тому випадку, якщо імпеданс цього середовища (матеріалу з якого виготовлено об'єкт) буде більшим від імпедансу середовища у якому поширюється хвиля (наприклад, повітря, коли справа стосується літаків, і вода – коли йдеться про флот).

Радіолокаційні поглинаючі матеріали розділяють на кілька типів, залежно від способів врівноваження імпедансів: пірамідальні (послаблення електромагнітної хвилі відбувається за рахунок багаторазового відбиття хвилі від стінок в пірамідальній структурі), конічні (поступаються пірамідальним у ступені поглинання, але міцніші), резонансні і т.д. Кожен з цих видів є цікавим для детальнішого вивчення.

Однак особливу увагу слід приділити композиційним матеріалам, які армовані простими вуглецевими структурами, тобто: вуглецем, вуглецевим волокном, вуглецевими нанотрубками тощо. Наприклад, графен завдяки своїй малій щільності, великій площі поверхні та діелектричним властивостям добре підходить для поглинання електромагнітного випромінення, а композити армовані карбоновими волокнами відіграють роль своєрідних антен (однак властивості напряду будуть залежати від геометрії волокнистої частини композиту). Наприклад, при оптимізованій конфігурації послаблення відбиття можна спостерігати на частотному проміжку від 8ГГц до 18ГГц.

Композиційні матеріали успішно використовуються у галузі ST завдяки високим показникам міцності, відносній легкості, гнучкості конструкцій тощо. Крім того композиційні матеріали слугують чудовими поглинаючими матеріалами електромагнітного випромінення. Залежно від структури, вони можуть послаблювати падаючу хвилю багаторазовим внутрішнім відбиванням тощо.

#### **Список використаних джерел:**

1. Рудик А.В. Використання стелс-технологій в мобільних робототехнічних комплексах та методи виявлення малопомітних об'єктів // Обмін практичним досвідом та технологіями // *Measuring and Computing Devises in Technological Processes*. – 2016. – С. 146-150. ISSN 2219-9365
2. Wan M. *Conducting Polymers with Micro or Nanometer Structure* // Tsinghua University Press. – 2008
3. Ahmad H, Tariq A, Shehzad A, et al. *Stealth technology: Methods and composite materials – A review*. – *Polymer Composites*. 2019. – С. 1-16.
4. X. C. Tong *Advanced Materials and Design for Electromagnetic Interference Shielding* // CRC Press. – USA, 2016.

## ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ ПХТФЕ - ДІОКСИД ОЛОВА

Наноккомпозити на основі високо стабільного та хімічно стійкого полярного полімеру поліхлортрифторетилену (ПХТФЕ) та діоксиду олова ( $\text{SnO}_2$ ) вирізняються своїми унікальними функціональними властивостями, що не притаманні окремим складовим.

При кімнатній температурі ПХТФЕ не розчиняється в органічних розчинниках, а його ступінь кристалічності може змінюватись від 0 до 80 % [1, 2]. Але фізико-механічні властивості ПХТФЕ вивчені недостатньо (надто чутливі до змін надмолекулярної структури). Ізоструктурний діоксид олова характеризується тетрагональною кристалічною ґраткою та є широкозонним напівпровідником n-типу. Він прозорий для видимого світла і відбиває інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі більше 2 мкм.

Ідентифікація дифракційних максимумів свідчить про наявність піків, що притаманні кристалічній структурі діоксиду олова, а розмите гало – наявність також аморфної фази  $\text{SnO}_2$ . Дослідження концентраційних залежностей густини та пористості полімерних композиційних матеріалів системи ПХТФЕ -  $\text{SnO}_2$  (метод гідростатичного зважування) доводить, що збільшення концентрації  $\text{SnO}_2$  до  $\varphi = 20$  % призводить до зростання вмісту пор у матеріалі до значення  $W \sim 2,75$  %. Це значення є пороговим, оскільки при подальшому зростанні вмісту діоксиду олова, вміст пор практично не змінюється. Для малих концентрацій  $\text{SnO}_2$  ( $\varphi \leq 12$  %) збільшення вмісту наповнювача відповідає зменшенню відстані між окремими частинками діоксиду олова, оточених пристінним шаром поліхлортрифторетилену з особливими структурою та властивостями [3, 4].

Поріг перколяції композиту має значення в межах вмісту  $\text{SnO}_2$  близько 4 %, якому відповідає значне зростання електропровідності системи. Водночас у цьому ж інтервалі відповідно пористість зростає з  $\sim 0,5$  % до  $\sim 2,75$  %. Зростання пористості може бути пояснено, збільшенням площі контактів частинок  $\text{SnO}_2$ , яке ускладнює змочування частинок наповнювача полімером. При концентрації  $\varphi > 41$  % композит, очевидно, являє собою матрицю  $\text{SnO}_2$ , в якій містяться включення у вигляді ПХТФЕ, що перебуває у стані пристінного шару. Таким чином, фізико-механічні властивості композитів системи ПХТФЕ –  $\text{SnO}_2$  при великих концентраціях фактично визначаються властивостями діоксиду олова.

Дослідження динаміки зміни розмірів структурних неоднорідностей системи передбачає вимірювання швидкості поширення ( $C$ ) та коефіцієнта поглинання ( $\alpha$ ) ультразвуку на певних встановлених частотах (тут 5 МГц, 7,5 МГц, 10 МГц) [5]. Аналіз залежностей  $C = f(\varphi)$  та  $\alpha = f(\varphi)$  – свідчить про суттєве зростання пружності композиту на частотах 5 МГц, 7,5 та 10 МГц у порівнянні із складовими компонентами; коефіцієнт поглинання композитів значно перевищує відповідні ПХТФЕ показники, що пов'язано з розсіюванням ультразвукових хвиль на структурних неоднорідностях системи.

Закономірності поглинання ультразвуку зі зміною вмісту компонентів, пов'язані з наявністю різних типів розсіювання ультразвукових хвиль на неоднорідностях структури полімерного композита. Перехід від одного до іншого типу розсіювання відбувається за зміни співвідношень ефективного розміру неоднорідності  $d$  та довжини хвилі  $\lambda$ , що поширюється. У зв'язку з цим розрізняють такі типи розсіювання:

- релеївське ( $\lambda d > 1$ ) - хвиля ніби обминає перешкоду, продовжуючи своє поширення у попередньому напрямі, причому перешкода здатна відбити лише частину хвилі, а поглинання зростає в міру наближення довжини хвилі до розміру неоднорідності ( $\lambda d \rightarrow 1$ );

- стохастичне ( $\lambda/d \approx 1$ ) - хвиля розсіюється на перешкоді в декількох незалежних напрямках, кожна з розсіяних теж зазнає розсіяння, натрапляючи на чергову перешкоду;
- дифузне ( $\lambda/d < 1$ ) - хвиля не може обминути перешкоду, вона ніби відбивається від неоднорідності, хаотично (дифузно), змінюючи свій напрям до повного згасання, поглинання зростає в міру наближення довжини хвилі до розміру структурної неоднорідності ( $\lambda/d \rightarrow 1$ ).

З розсіюванням ультразвукових хвиль на структурних неоднорідностях системи пов'язано те, що коефіцієнт поглинання композитів значно перевищує показники їх складових компонентів.

Отже, досліджуючи фізико-механічні властивості полімерних нанокомпозитів ПХТФЕ - діоксид олова, можна у повній мірі переконатись у перспективності їх практичного застосування. Вони мають високі потенційні можливості для розв'язання завдань створення матеріалів з високими показниками захисних та поглинальних властивостей. При досягненні середніх концентрацій до формування властивостей композиту додається вплив наповнювача, а при великих концентраціях вплив наповнювача стає переважаючим. До ряду переваг належить і той факт, що при використанні у якості наповнювача нанорозмірних частинок, значний ефект від наповнення досягається вже при невеликому вмісті домішок. Нанокомпозити системи ПХТФЕ - SnO<sub>2</sub> характеризуються низьким рівнем пористості та високими показниками фізико-механічних характеристик, що в свою чергу, дозволяє експлуатувати їх за значних навантажень у складних умовах та середовищах.

#### **Список використаних джерел:**

1. James E.M. Polymer Data Handbook. – New York: Oxford University Press, Inc., 1999. – 1012 p.
2. Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласти. – Л.: Химия, 1978. – 232 с.
3. Rokitskaya G.V., Shut M.I., Rokitskiy M.A., Sichkar T.G. Heat conductivity of polymer composite material based on penton and silver iodide (AgI) // Proceedings of the 2nd CEEP Workshop on Polymer Science (October 24-25, 2014, Lasi, Romania). – 2014. – С. 215-219.
4. Rokitskaya G., Rokitskiy M., Shut M. Effect of different nature filler on heat physical properties of polymer composite materials // Abstracts of the Ukrainian – German Symposium on Physics and Chemistry of Nanostructures and on Nanobiotechnology (September 21-25, 2015, Kyiv, Ukraine). – 2015. – P. 205.
5. Rokytskyi M.O., Sichkar T.G., Shut A.M., Tulzhenkova O.S., Shut M.I. Acoustic Properties of Polymer Nanocomposite System Polychlorotrifluoroethylene – Tin Dioxide // Abstracts of the XVII International Freik Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (May 20-25, 2019, Ivano-Frankivsk, Ukraine). – 2019. – P. 222.

**Шепельський Владислав Ігорович**

магістрант 1-го р.н.

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, доцент Рокицький М.О.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ФІЗИКИ**

Нанотехнології, як нова галузь знань, є пріоритетним напрямком розвитку технологій XXI століття. Актуальність знань в галузі нанотехнологій, в тому числі і для школярів, диктується часом. Тому підготовка майбутніх фахівців у галузі нанотехнологій повинна починатися зі школи і стати актуальним завданням освіти.

Аналіз наукової літератури та педагогічного досвіду свідчать про те, що питання впровадження курсів за вибором з нанотехнологій в контексті реформування шкільної освіти

залишається недостатньо обґрунтованим: не розкрита методика використання елективних курсів при вивченні нанотехнологій в основній школі; немає достатньої кількості програм елективних курсів, призначених для учнів основної школи, методичних посібників, рекомендацій, додаткових матеріалів, матеріально-технічного забезпечення тощо.

Елективні курси – обов'язкові для вивчення навчальні предмети за вибором учнів, що реалізуються за рахунок шкільного компонента навчального плану.

Метою елективних курсів з вивчення нанотехнологій в основній школі є формування інтересу до нової галузі знань, підвищення загальної фізичної культури учнів, оновлення змісту природничо-наукової освіти в школах з орієнтацією на підготовку кадрів для сучасної наноіндустрії.

Відповідно до мети, можна виділити наступні завдання елективних курсів з основ нанотехнологій:

- поглиблення знань про фізичні явища та процеси;
- знайомство учнів з об'єктами наносвіту та унікальними властивостями наночастинок;
- розкриття міждисциплінарного характеру нанотехнології;
- ознайомлення з науковими методами дослідження нанооб'єктів;
- розвиток творчих здібностей, формування пізнавального інтересу до природничих дисциплін і, як наслідок, професійного самовизначення;
- активізація пізнавальної діяльності школярів і мотивація навчання;
- підвищення інформаційної та комунікативної компетентності учнів;
- побудова індивідуальної освітньої програми з вибором змісту освіти в залежності від інтересів;

Ефективність впровадження основ нанотехнологій у навчально-виховний процес школи залежить від вдалого вибору форм і методів навчання. При виборі форм та методів організації навчальних занять слід враховувати, основну мету та завдання курсу.

Форми організації курсу за вибором, у залежності від кількості учнів, можуть бути як фронтальні, групові, індивідуальні, так і індивідуально-групові. Крім того, це можуть бути або традиційні уроки, лабораторні роботи, або інноваційні – творчі конкурси, захисти проєктів, екскурсії на виробництво, виставки тощо.

Фронтальна форма організації навчання, в ході вивчення основ нанотехнологій, дає можливість вчителю керувати роботою всіх учнів, організовуючи їх співпрацю і визначаючи єдиний темп роботи. Така форма передбачає одночасну спільну роботу всіх учнів під керівництвом учителя для вирішення завдань визначених навчальною програмою курсу.

Групова форма організації навчання учнів в процесі вивчення курсу за вибором з основ нанотехнологій найбільш доцільна під час проведення лабораторних робіт та виконання проєктів. Така форма роботи передбачає поділ школярів на групи для розв'язання подібних чи різних завдань. При цьому спільна робота активізує пізнавальну діяльність учнів та є більш результативною порівняно з самотійною роботою учня над завданням.

Індивідуальна форма організації навчання при вивченні нанотехнологій спрямована на самотійне виконання кожним учнем навчальних завдань з урахуванням індивідуального темпу навчально-пізнавальної діяльності. Перш за все, це завдання спрямовані на роботу з навчальною та довідковою літературою, Internet-джерелами інформації, на організацію спостережень та експериментів, написання рефератів.

Ефективною є також індивідуально-груповою форма організації навчання, коли кожен член групи виконує частину загального завдання. При цьому результат роботи спочатку обговорюється і аналізується в групі, а потім виносяться на розгляд усіх учнів.

Таким чином, оптимальним використанням форм організації навчання учнів у рамках елективного курсу з вивчення нанотехнологій є вміле поєднання різних видів навчальної роботи зі школярами, де проявляються різні види навчальної і пошукової діяльності з урахуванням інтересів учнів та їхніх уподобань.

Як зазначалося раніше, основною формою організації навчання на елективних курсах є урок. Цікавими для викладання курсів за вибором з основ нанотехнологій є нестандартні уроки, для яких характерне таке поєднання змісту й форми, яке викликає в учнів пізнавальний інтерес

та сприяє інтенсивному засвоєнню знань, формуванню предметних компетенцій. До таких уроків можна віднести: ділову гру, круглий стіл, конференцію, урок відкритих думок, урок-вікторину, урок-диспут, міжпредметний інтегрований урок, урок-мандрівку, урок-змагання тощо.

Крім уроку, традиційною формою організації вивчення елективу з фізики взагалі, і зокрема з нанотехнологій, є лабораторні роботи. Позитивний аспект цих занять полягає в тому, що ці заняття сприяють зв'язку теорії з практикою, формуванню в учнів навичок і вмінь користуватися лабораторним обладнанням, формуванню дослідницьких навичок, а також дають змогу створювати зразки, що містять нанорозмірні структури, проводити комплексні дослідження їх характеристик і властивостей, в тому числі на атомно-молекулярному рівні. Проте виконання лабораторних робіт ускладнюється відсутністю спеціального обладнання в школах для виконання учнями елементарних вправ і завдань з нанотехнологій.

Серед інноваційних форм організації навчальної діяльності учнів при вивченні курсів за вибором особливу увагу слід приділити творчим конкурсам, захистам проєктів, екскурсіям на виробництво, виставкам тощо.

Конкурс зовсім не є забавою або легкою роботою для учня і вчителя. Він вимагає ретельної підготовки. Рекомендуємо проводити його по завершенні курсу як підсумкову перевірку знань учнів.

- Пропонуємо конкурси, які можна провести в ході вивчення елективного курсу з нанотехнологій в основній школі:
- конкурси на кращу модель чи макет;
- конкурс рефератів (“Нанотехнології в нашому житті”, “Нанотехнології в медицині”, “Нанотехнології та перспективи їх розвитку” тощо);
- конкурс на кращий малюнок, плакат, що відображає нанорозмірні явища, техніку, сьогодення і майбутнє нанотехнологій.

Однією з досить ефективних форм організації навчання під час елективів з фізики у середній школі є навчальні екскурсії – це така форма навчання, при якій учні сприймають

Враховуючи методи навчання та види навчальної діяльності учнів на елективних курсах з нанотехнологій, пропонуємо такі основні напрями застосування інформаційно-комунікативних технологій:

- підготовка дидактичних матеріалів;
- мультимедійний супровід навчального заняття (презентації, аудіозаписи, відеоролики, комп’ютерні моделі фізичних експериментів, онлайн-екскурсії);
- використання програм-тренажерів (віртуальних фізичних лабораторій, віртуальних електронних мікроскопів), використання комп’ютерних програм для моделювання та дослідження реальних процесів;
- проведення віртуальних лабораторних робіт;
- аналіз та обробка школярами експериментальних даних (побудова таблиць, графіків, моделей);
- контроль рівня знань з використанням комп’ютерного тестування.

Застосування ІКТ у процесі викладання основ нанотехнологій розширює можливості для творчості учнів, сприяє розвитку дослідницьких, інформаційних, комунікативних навичок учнів.

**Шклярська Валерія Юрївна**

студентка 3 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, доцент Василенко С.Л.

## **АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА. ГІДРОЕНЕРГЕТИКА**

Погіршення екології і виснаження природних ресурсів змушує задуматися про те, як отримати електроенергію і тепло з відновлювальних джерел. Енергія буває відновлювальною(альтернативна) і не відновлювальною ( традиційна ).

Альтернативні джерела енергії - це звичайні природні явища, невичерпні ресурси, які виробляються природнім шляхом. Така енергія ще називається регенеративною або «зеленою». Традиційні джерела – це нафта, природній газ, вугілля, їм шукають заміну, тому що вони через декілька десятиліть можуть закінчитися. Людство отримує енергію в основному за рахунок спалювання викопного палива та роботи атомних електростанцій. Альтернативна енергетика - це методи, які віддають енергію більш екологічним способом і приносять менш шкоди. Вона потрібно не тільки для промислових цілей , але й в простих домах для опалення, гарячої води, освітлення роботи електроніки.

Переваги альтернативної енергетики:

- Доступність – не потрібно володіти нафтовими і газовими родовищами. Правда це не відноситься до усіх видів. Країни без виходу до моря не зможуть отримувати хвильову енергію, а геотермальну можна перетворити тільки в вулканічних районах.
- Екологічність - про при створенні тепла і електрики нема шкідливих викидів в навколишнє середовище
- Економія – отримана енергія має низьку собівартість .
- Недоліки та проблеми:
- Витрати на етапі будівництва і обслуговування – обладнання та витратні матеріали дорогі. Через це підвищується підсумкова ціна електроенергії, тому вона не завжди виправдана економічно. Зараз головна задача розробників знизити собівартість установок.
- Залежність від зовнішніх факторів: неможливо контролювати силу вітру, рівень приливів, результат переробки сонячної енергії залежить від географії країни .
- Низький ККД и низька потужність установок ( крім ГЕС). Вироблена потужність не завжди відповідає рівню споживання
- Вплив на клімат. Наприклад , попит на біопаливо привів до скорочення посівних площ для продовольчих культур.
- Ресурси відновлювальної енергії:
- Сонячне світло
- Водні потоки
- Вітер
- Приливи
- Біопаливо( паливо з рослинної або тваринної сировини)

Гідроенергетика-це галузь альтернативної енергетики яка спеціалізується на перетворення кінетичної енергії води на електричну енергетику.

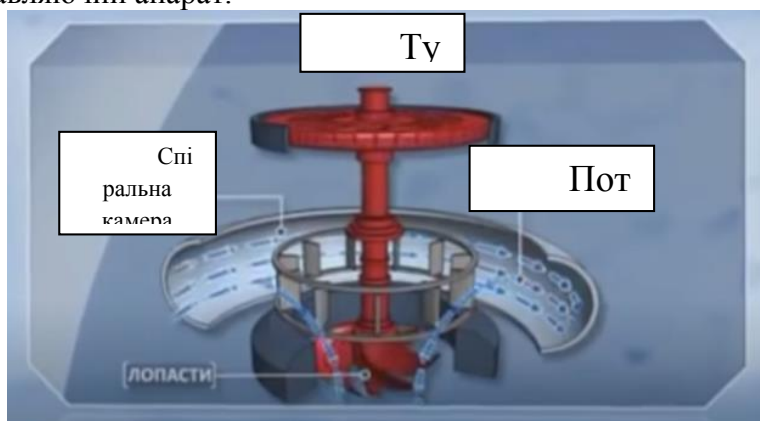
Перша в світі гідроелектростанція була побудована англійським винахідником Вільямом Джорджем Армстронгом в місті Нортамберленді в 1878 р. Ця ГЕС була агрегат використавши силу річки , призначений для живлення однієї дугової лампи в його картинній галереї. Це справило на людей належний ефект і незабаром в США, Європі, Росії одну за іншою почали будувати повномасштабні гідроелектростанції.

Слід відмітити що в руслі річки навіть з сильним плином ставити великі турбіни не можна у річки не вистачить сили повертати важкі турбіни. Через це вигадали греблі де потрібний напір утворюється різницею рівнів води. При цьому напір води зберігається круглий рік, через те що вода запасється в водосховищі перед греблею. І тече рівномірно хоча зимою і літом річка несе менше води ніж восени та весною .

Втім є гідроелектростанції без греблі. Наприклад води із гірських річок проводять до електростанціям, каналам або тунелям, яка називається дериваціонним. В кінці дериваціонного відведення стоять будівля ГЕС і з'єднують трубами канал і гідроелектростанцію. Таким чином частина води йде по своєму напрямку , а інша частина здійснює свій маршрут через турбіни станції.

Давайте повернемося до традиційний гідроелектростанціям греблі, ГЕС будують з ґрунту або бетону. В конструкції греблі в заздалегідь розрахованої висоти роблять вікна для пропуску

води під час повені, інакше вода прорвала б греблю, весь інший час вікна закриті сталевими щитами. В підводній частині греблі прокладені труби для проводу води до турбін. Потік води під натиском води входить в трубу и звідти потрапляє в спіральну камеру, де розташований направляючий апарат.



Лопатки цього апарату можуть регулювати кількість води що проходить. Після направляючого апарату вода зустрічає лопаті робочого колеса турбіни і призводить до його обертання. З ним обертається і вал, сполучний робоче колесо з ротором електричної машини – генератора змінного струму. Генератор виробляє змінний струм з напругою від 10000 до 18000 В., але цих показників недостатньо для передачі енергії на більші відстані. По цій причині на електростанціях використовують трансформатори, які підвищують напругу в 10-15 разів, що б вони не сильно нагрівалися їх занурюють в баки з рідким маслом добре відводячи тепло. Після того як вода пройшла через турбіну вона знову потрапляє в трубу з якої випливає в русло річки і йде за течією. На мою думку, варто відмітити що на гідроелектростанціях один з найвищих показників ККД він становить приблизно 92-94%.

#### Список використаних джерел:

1. Альтернативная энергетика [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)
2. Альтернативные источники энергии [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecodevelop.ua/ru/alternativni-dzherela-energiyi/>
3. Сидоров В.І. – Технології гідро- та вітроенергетики - М.:Вертикаль.2016.

**Яцина Дмитро Віталійович**

студент 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта Фізика

Фізико-математичного факультету

Науковий керівник: академік НАПН України,

доктор фіз.-мат. наук, проф. Шут М.І.

## БУДОВА ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Полімери – це великі молекули, або макромолекули, котрі складаються з багатьох субодниць; це природні та штучні високомолекулярні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості повторюваних однакових або різних атомних угруповань (мономерів), з'єднаних хімічними або координаційними зв'язками у довгі лінійні або розгалужені ланцюги. Через їх широкий спектр властивостей, синтетичні і природні полімери відіграють найважливішу роль в повсякденному житті.

Термін «полімерія» був уведений в науку Є. Берцеліусом в 1833 р. для позначення особливого виду ізомерії, при якій речовини однакового складу відрізняються молекулярною масою. Наприклад, етилен і бутілен, кисень і озон. Синтетичні полімери на той час ще не були

відомі, а перші згадки про них відносяться до 1838 і 1839. Тому такий зміст терміну не відповідає сучасним уявленням.

Деякі полімери вірогідно одержували ще в першій половині XIX ст. Це були побічні та небажані на той час продукти «осмолення» основної хімічної реакції. Реакції полімеризації та поліконденсації, які вели до утворення таких продуктів на той час намагалися подавити. Тому для полімерів ще іноді використовують термін «смола».

У конфігурації макромолекул полімерних матеріалів є деякі статичні властивості, «відключенні» від реальності, а реальність полягає в наступному. Будучи, по визначенню, малою системою, макромолекула представляє собою великий, хоча і обмежений ансамбль елементів, які знаходяться в постійному тепловому русі. Масштаби цього руху різні: ясно, що коливання довжин зв'язків або валентних кутів не можуть бути великими. Макромолекулу можна певною мірою уподібнити мініатюрної осмотичної системи, в якій мембрана замінена ковалентними зв'язками між ланками. Така примітивна модель дуже зручна для наочного кількісного опису деяких кооперативних процесів, що протікають на молекулярному рівні і описуються кількісно зі скейлінгових позицій.

У свій час Каргін сказав, що властивості полімерів задаються на молекулярному рівні, а реалізуються на рівні надмолекулярної структури. Це дуже ємкісне визначення може розглядатися як ключове, якщо доповнити його деякими подробицями.

Макромолекули являються мініатюрними фізичними тілами, здатними не тільки до зміни форми і розміри, але й до фазових переходів, з поправками на особливості термодинаміки малих систем. Інші ж суттєвим чином залежить від способу пакування макромолекул в полімерному тілі.

Попри свою цікаву будову, полімери мають доволі складні і індивідуальні властивості. До фізичних властивостей цього матеріалу відносять: механічні, теплофізичні, електричні та в'язкоеластичні.

Механічні властивості визначають ступінь зміни структури, розмірів, форми тіла при дії на нього механічних сил. До механічних властивостей відносять властивості деформації та міцності. Деформаційні властивості характеризуються можливістю полімерних матеріалів деформуватись під дією механічних натисків. Міцність полімерів – це властивість матеріалу протидіяти руйнуванню.

Кожна із механічних властивостей полімерів відрізняються своїми особливостями і залежать від специфіки будову макромолекул і надмолекулярних структур, будови самого полімеру та різних зовнішніх факторів.

Теплові явища спостерігаються разом з фазовими переходами, деформаціями і руйнуванням полімерів. Основним джерелом теплових ефектів є розрив макромолекул, пластичні деформації, затримка конформаційних змін під впливом навантаження. Теплофізичні явища полімерів, які варто розглядати як реакції на температурне поле, яка виникає в полімері, специфічні із-за особливостей будови макромолекул: велика довжина, локальна анізотропія силового поля, обумовлена різкою різницею сил, які діють в середині макромолекул і між молекулами. До теплофізичних властивостей зазвичай відносять теплоємність, тепло- та температуропровідність, зміна розмірів через зміну температури.

Теплоємність – це кількість тепла, яка потрібна для нагрівання тіла на 1 К. Розрізняють як питому та молярну теплоємність. Теплоємність характеризується можливістю поглинати енергію, яка виділяється в систему в наслідок молекулярного руху. Враховуючи ланцюговий характер макромолекул, теплоємність твердих полімерів представляє адитивну функцію двох складових.

Теплопровідністю називаються процес перенесення тепла від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, який призводить до коливань температури. Виникнення в тілі градієнта температури призводить до прояву теплового потоку, який буде існувати до тих пір, поки в наслідок перенесення температури, енергії градієнт стане дорівнювати нулю. На відміну від теплопровідності металів, в яких перенесення тепла відбувається електронами, теплопровідність полімерів, які відносяться до діелектриків, визначається ґратковими коливаннями сітки полімерів.

Температуропровідність характеризується швидкістю зміни температури в матеріалі під дією теплового потоку в нестационарних ситуаціях. Оскільки теплоємність та теплопровідність залежать від структури полімеру, то і температуропровідність також залежить від молекулярної маси, конфігурації, наявності наповнювача.

Поведінка полімерів в електричному полі характеризується його електричними властивостями. Властивість пропускати електричний струм при прикладеній електричній напрузі називають електричною провідністю. Переміщення електричного заряду в полімерах відбувається за рахунок іонів, окремо заряджених макромолекулами і електронами. Розрізняють іонну, моль-іонну та електронну провідність. Більшість полімерів є діелектриками, характеризуються великою об'ємною протидією і дуже малою електричною проникністю. В наш час полімери-діелектрики широко використовуються в господарстві.

Електричні властивості діелектриків характеризуються питомою електричною провідністю, діелектричною проникливістю, діелектричними втратами і електричною міцністю.

Таким чином, можемо зробити висновок, що будова та властивості полімерних матеріалів є досить складною і на сьогоднішній день потребує детального та ретельного вивчення. Та й пошук нових полімерних систем з не лінійно-оптичними властивостями є необхідною складовою для розвитку багатьох галузей промисловості. Отже, дослідження будови полімерів та розробка полімерних матеріалів з особливою структурою та властивостями є важливим практичним завданням світової науки та промисловості.

#### **Список використаних джерел:**

1. Полімери [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Полімери>
2. Фізика полімерів [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Фізика\\_полімерів](https://uk.wikipedia.org/wiki/Фізика_полімерів)
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. Изд. 2-е. Пер. с англ. М., Физматгиз, 1963. - 693 с.
4. Бартенев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. М., Химия, 1984. - 280 с.
5. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л., Химия, 1990. - 432 с.
6. Коршак В.В. Термостойкие полимеры. М., Наука, 1969.
7. Перепечко И.И. Свойства полимеров при низких температурах. - М.: Химия, 1977. - 272 с.
8. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. 3-е издание. - М.: Химия, 1978. - 544 с.
9. Тобольский А. Свойства и структура полимеров. - М.: Химия, 1964. - 322 с.

*Матеріали секційного засідання  
кафедри експериментальної і теоретичної  
фізики та астрономії  
«Теоретична фізика та астрономія»  
(25 листопада 2020 р.)*

**Програма**  
**секційного засідання кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії**  
**«Теоретична фізика та астрономія»**

**Керівник секції:** д. ф.-м.н., професор Тартачник В.П.

**Секретар:** к.п.н, доцент Кириленко О.І.

*Дата проведення: 25 листопада 2020 року*

*Початок роботи: 15<sup>30</sup>*

*Google meet: <https://meet.google.com/mov-hhmw-zwy>*

1. *Свідлодіоди. Фізичні основи роботи*  
**Андрєєва Анастасія Михайлівна, 1 ФКФн**  
Науковий керівник: д. ф.-м.н., проф. Тартачник В.П.
2. *Другий принцип термодинаміки*  
**Андрєєва Анастасія Михайлівна, 1 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
3. *Астероїди та космічні ресурси*  
**Банак Віталій Данилович, 2 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
4. *Створення комп'ютерних навчальних моделей на урок*  
**Банак Віталій Данилович, 2 ФКФн**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Павлова Н.Ю.
5. *Астрограф – інструмент для фотографування небесних об'єктів*  
**Борисюк Анастасія Сергіївна, 4 ФСО**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
6. *Рентгенівське випромінювання*  
**Борисюк Анастасія Сергіївна, 4 ФСО**  
Науковий керівник: д.ф.н. проф. Вернидуб Р.М.
7. *X-промені*  
**Гончарук Світлана Сергіївна, 4 ФСО**  
Науковий керівник: д. ф.-м.н., проф. Тартачник В.П.
8. *Значення теорії відносності сьогодні та у майбутніх дослідженнях*  
**Дерманська Наталя Василівна, 4Фз**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
9. *Космологічна модель Всесвіту Леметра*  
**Кирпель Павло Станіславович, 2 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
10. *Космологічна модель Всесвіту Іммануїла Канта*  
**Куценко Тетяна Янівна, 2 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
11. *Використання Jupyterlab для моделювання фізичних процесів*  
**Куценко Тетяна Янівна, 2 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.

12. *Нейтронні зорі*  
**Омельченко Альона Романівна, 1 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
13. *Літній час: доцільність переходу*  
**Урсул Катерина Володимирівна, 3 ФСОМ**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
14. *Уявлення про Всесвіт Стівена Хокінга*  
**Хуторна Анна Вячеславівна, 2 ФКФн**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
15. *Використання радіації у народному господарстві*  
**Яцина Дмитро Віталійович, 4ФСО**  
Науковий керівник: д. ф.-м.н., проф.Тартачник В.П.
16. *Призначення телескопу*  
**Яцина Дмитро Віталійович, 4ФСО**  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.
17. *Трансуранові елементи*  
**Яцина Дмитро Віталійович, 4ФСО**  
Науковий керівник: д.ф.н. проф. Вернидуб Р.М.

## СВІТЛОДІОДИ. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ

Світлодіод — це напівпровідниковий прилад некогерентного випромінювання в оптичному діапазоні довжин хвиль, принцип дії якого ґрунтується на явищі електролюмінесценції в напівпровідниках і призначений для роботи в пристроях відображення інформації, оптопарах і у волоконно-оптичних лініях зв'язку.

Світлодіоди можуть утворюватися на основі р-п переходів, переходів метал-напівпровідник і гетеропереходів [1].

Електролюмінесценція в світлодіодах може виникати через збудження внаслідок лавинного множення носіїв у р-п переході та тунелювання носіїв через р-п перехід за прямого та зворотного зміщень. Однак у світлодіодах використовують інжекційне збудження люмінесценції. При прямому зміщенні р-п переходу в області р і n інjektується велика кількість неосновних носіїв, що інтенсивно рекомбінують [2].

Людське око дуже чутливе до випромінювання довжиною хвиль діапазоном 0,38-0,78 мкм. З рівняння (8.11)

$$\lambda_{\text{сп}} \leq \frac{hc_0}{\Delta E_g} \approx \frac{1,23}{\Delta E_g}, \quad (8.11)$$

де  $h$  — стала Планка;  $c_0$  — швидкість світла у вакуумі;  $\Delta E_g$  — ширина забороненої зони.

напівпровідникові матеріали для світлодіодів повинні мати ширину забороненої зони в межах 1,58...3,2 еВ.

Найбільш ймовірна випромінювальна рекомбінація в прямозонних напівпровідниках, у яких відбуваються переходи типу зона– зона. До таких матеріалів належать, наприклад, GaAs, InP. У непрямоzonних напівпровідниках ймовірність випромінювальної рекомбінації нехтовно мала [1].

У найпростішому випадку світлодіод (рис. 8.24) є плоским р-п переходом з контактами від бази та емітера. Емітером є сильнолегована область n, а базою — слабколегована область p.

При прямому зміщенні р-п переходу в базу інjektуються електрони, нерівноважна концентрація яких визначається величиною прямого струму. Випромінювальна рекомбінація відбувається здебільшого в базі біля області об'ємного заряду.

Ефективність роботи світлодіода характеризується зовнішнім квантовим виходом  $\eta_{\text{зовн}}$ , під яким розуміють відношення кількості фотонів, що вийшли за межі випромінювача, до загальної кількості носіїв, які беруть участь у рекомбінації. Зовнішній квантовий вихід  $\eta_{\text{зовн}}$  завжди менший від внутрішнього виходу  $\eta_{\text{внт}}$  [2].

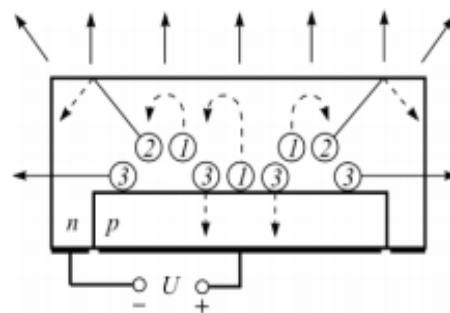


Рис. 8.24. Випромінювальний р-п перехід. Втрати оптичного випромінювання: 1 — на власне поглинання; 2 — на повне внутрішнє відбивання; 3 — на зворотне й торцеве випромінювання

Зменшення кількості фотонів, що вийшли в зовнішнє середовище, порівняно з кількістю, яка генерується в активній ділянці діода, спричиняється втратами на поглинання, втратами на повне внутрішнє відбиття й втратами на зворотнє і торцеве випромінювання (рис. 8.24). Поглинання фотонів у напівпровіднику можуть зумовлювати різні види взаємодії [1].

Сфера застосування цих елементів досить широка - від систем автоматики й первинних перетворювачів до сонячних батарей космічних кораблів. На даний час, крім описаних елементів, використовуються напівпровідникові елементи, в яких вольт-амперна характеристика керується магнетним полем (магнетодіоди), тиском або деформацією (тензодіоди) чи використовується ємність р-п переходу (варикапи).

#### **Список використаних джерел:**

1. Твердотільна електроніка : підручник / О. В. Борисов, Ю. І. Якименко ; за заг. ред. Ю. І. Якименка. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 484 с. – Бібліогр.: с. 410-411
2. Берг А. Светодиоды / А. Берг, П. Дин — М.: Мир, 1979. — 686 с.

*Андрєєва Анастасія Михайлівна*

магістрантка 1-го р.н.  
спеціальності 104 Фізиката астрономія  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.

## **ДРУГИЙ ПРИНЦИП ТЕРМОДИНАМІКИ**

Перший принцип термодинаміки стверджує, що при перетворенні однієї форми енергії в іншу загальна кількість енергії зберігається. На які-небудь інші обмеження цього процесу перший принцип не вказує. Однак відомо, що багато процесів характеризується природним напрямом – якраз з цим і пов'язаний другий принцип. Наприклад, коли гаряче тіло приводиться в контакт з холодним, теплота завжди переходить від гарячого тіла до холодного, а не навпаки. Газ розширюється в пустоту, але обернений процес не спостерігається ніколи, хоча це і не порушило б перший принцип. Він не був би порушений і в тому випадку, якби стрижень з однаковою температурою по всій довжині став гарячим на одному кінці і холодним на іншому, але ми знаємо, що природним шляхом це ніколи не трапиться. Другий принцип термодинаміки встановлює критерій, який дозволяє передбачити, може даний процес йти самовільно чи ні.

Другий принцип термодинаміки є фундаментальним законом природи; він охоплює чисельні явища оточуючого світу і має глибокі практичні та філософські наслідки [1].

Основні ідеї другого принципу термодинаміки вперше сформулював С.Карно (1824). Розглядаючи загальні принципи одержання роботи в теплових машинах, С. Карно прийшов до названої його ім'ям теореми, яка встановлювала основні критерії економічності цих двигунів. Грунтуючись на гіпотезі теплецю, він доводив свою теорему виходячи з постулату про неможливість вічного двигуна першого роду. Проте, незважаючи на помилковість вихідних положень, зроблений ним висновок, був цілком вірним: «рушійна сила тепла не залежить від агентів, взятих для її розвинення; її кількість визначається виключно температурами тіл, між якими врешті-решт відбувається перенос теплецю» [1].

В сучасних термінах постулат С. Карно можна подати так: *максимальний коефіцієнт корисної дії теплової машини не залежить від робочої речовини і повністю визначається граничними температурами, між якими працює машина* [3].

У 50-х роках XIX ст. Р.Клаузіус і В.Томпсон, розвиваючи і уточнюючи ідеї С. Карно, показали, що при енергетичному тлумаченні теплових явищ постулат С. Карно не впливає з неможливості двигуна першого роду і, отже, виражає не перший, а другий принцип термодинаміки. При цьому вони запропонували еквівалентні, ширше сформульовані постулати, які і стали класичним вираженням другого принципу термодинаміки.[4].

Постулат Р.Клаузіуса (1850): *теплота не може сама собою переходити від тіла більш холодного до більш теплого.*[2].

Постулат В.Томпсона (1851): *неможливий процес, єдиним кінцевим результатом якого буде перетворення в роботу теплоти, одержаної від джерела, що має всюди однакову температуру* [2].

Усі три розглянуті постулати є еквівалентні і можуть бути виведені один з одного.

Постулат Томпсона можна сформулювати іще так: *неможливо побудувати періодично діючу машину вся дія якої зводилася б до охолодження єдиного джерела теплоти і виконання еквівалентної роботи.* Такий двигун, очевидно, не суперечив би закону збереження енергії, тобто першому принципу термодинаміки. Проте в економічному відношенні він був би схожий на вічний двигун першого роду, бо міг би працювати за рахунок енергії практично невичерпних джерел (атмосфери, земної кори, води морів і океанів). Через це В. Оствальд назвав такий гіпотетичний двигун вічним двигуном другого роду і запропонував коротке формулювання другого принципу, аналогічне відповідному формулюванню першого принципу термодинаміки.

Постулат В. Оствальда (1888): *неможливо побудувати вічний двигун другого роду* [3].

### **Список використаних джерел:**

3. Конспект лекцій з дисципліни "Фізика" для студентів напрямів підготовки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/4g4jIyo>

4. Другий закон термодинаміки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/Yg4jY4O>

5. Вічний двигун другого роду. Другий закон термодинаміки. Формулювання другого закону термодинаміки Томсона і Клаузіуса [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/ug4jT5x>

6. Вікіпедія Термодинаміка [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/gg4jRUF>

**Банак Віталій Данилович**

магістрант 2-го р.н.

спеціальності 104 Фізиката астрономія

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* к.п.н., доцент Кириленко О.І.

## **АСТЕРОЇДИ ТА КОСМІЧНІ РЕСУРСИ**

*Серед Сонця і зірок, загубились ці каміння.*

*Щойно ти їх віднайдеши – зрозумієш суть творіння...*

Космос. Уже не перший рік людство мріє його дослідити та освоїти. Серед перших місій по освоєнню космосу, без сумніву, є програма NASA по створенню колонії на Марсі. Серед основних проблем – наявність достатньої кількості ресурсів для самостійного існування першого космічного поселення. Очевидно, що ресурсів потрібно немало – тому частину з них, швидше

за все, будуть постачати спочатку з Землі. Звісно ж, це дуже дороге задоволення. Тому постійно ведуться пошуки здешевлення такого процесу або ж добування більшості ресурсів безпосередньо на червоній планеті.

Одним із варіантів здешевлення такого постачання, в найближчому майбутньому, пропонуємо розглядати – видобуток та транспортування частини матеріалів з інших космічних об'єктів, наприклад – астероїдів. А для цього потрібно розглянути перспективи таких промислових космічних станцій.

Астероїди повні корисних матеріалів. Розглянемо частину з них.

Вода з астероїдів – це один з основних ресурсів космосу. Її можна перетворити в ракетне паливо або постачати для потреб людей. Вона може також повністю змінити спосіб дослідження космосу. Якщо вибрати 1 багатий на воду астероїд шириною 500м, то він в собі містить у 80 разів більше води ніж може поміститися в найбільший танкер, а якщо всю воду перетворити в паливо для космічних апаратів, то вийде в 200 разів більше, ніж було необхідно для запуску усіх ракет в історії людства.

Рідкісні метали. Якщо отримати доступ до води та навчитися добувати і використовувати водні ресурси – видобуток металів на астероїдах стане набагато простішим. Деякі із навколосемних об'єктів містять метали платинової групи в таких кількостях, які є тільки в найбагатших земних шахтах. Візьмемо для прикладу такий же астероїд – розміром 500м, багатий на платиною. Він міститиме приблизно в 170 раз більше цього металу, ніж добувається на Землі за рік і більше усіх відомих світових запасів металів платинової групи (можна заповнити баскетбольну площадку вище кільця 4 рази).

Інші ресурси. Астероїди також містять більш поширені метали, наприклад, залізо, нікель, кобальт. Іноді в неймовірних кількостях. Наприклад, NASA планує зондувати астероїд Психея, розташований в поясі астероїдів, між Юпітером та Марсом. Тільки залізо, яке можна добути на ньому, оцінюється в 10 тисяч квадрильйонів доларів. Для порівняння – на планеті циркулює приблизно 80 трильйонів доларів [1, 2].

На сьогоднішній день активна місія NASA “OSIRIS-REX” для дослідження та взяття проб ґрунту з астероїда Бену, одного з тих, які проходять поблизу нашої планети частіше ніж раз в 10 років та на відстані не більше ніж відстань від Землі до Місяця. А отже, з астероїдів такого типу є можливість добувати ресурси протягом оберту та забирати їх при кожному наближенні. Це нашо вхує на думку, що можна підібрати список аналогічних астероїдів для Марса – і таким чином досить дешево та швидко доставляти постійно необхідні ресурси[3, 4].

Навіть, якщо таких астероїдів не так багато – то для початку цього уже буде достатньо. Однак, варто нагадати, що між Марсом та Юпітером знаходиться пояс астероїдів різних розмірів та різного складу. А значить використання ресурсів астероїдів для постачання космічних колоній має великі перспективи.

#### **Список використаних джерел:**

1. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://naked-science.ru/article/nakedscience/dobycha-poleznyh-iskopaemyh>
2. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5833975/Mining-asteroids-space-earn-Earth-75-billion-claims-Nasa.html>
3. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.nasa.gov/osiris-rex>
4. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.asteroidmission.org/asteroid-operations/>

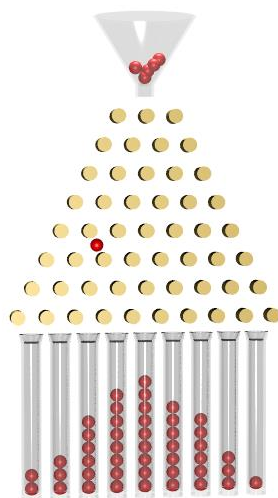
## СТВОРЕННЯ КОМПЮТЕРНИХ НАВЧАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ НА УРОК

Навчання в школі – важлива частина нашого життя. Знання, отримані в шкільному віці – надають кожному нескінченний спектр можливостей для особистісного та кар’єрного росту, задають основні вектори нашої особистої реальності, а також закладають основи нашого світогляду.

Це усе кожен знає і без нагадування. Однак, як часто ми думаємо над покращенням такого безцінного досвіду та проведеного часу.

У даній роботі розглядається один із таких способів – створення вчителем власноруч віртуальних моделей на урок. Чому власноруч – тому, що тільки так можна підготувати якісну навчальну модель, яка буде не лише радувати око – а й задовольняти потребу дотримання вимог освіти.

Візьмемо за основний приклад – створення дошки Гальтона (якщо просто – це пристосування допомагає продемонструвати нормальний розподіл ймовірності випадкових величин).



*Мал. 1. Фото дошки Гальтона [1]*

Розглянемо два варіанти створення даної моделі за допомогою мови програмування Python:

1) Створення моделі людиною на замовлення, за умови лише поверхневого розуміння нормального розподілу.

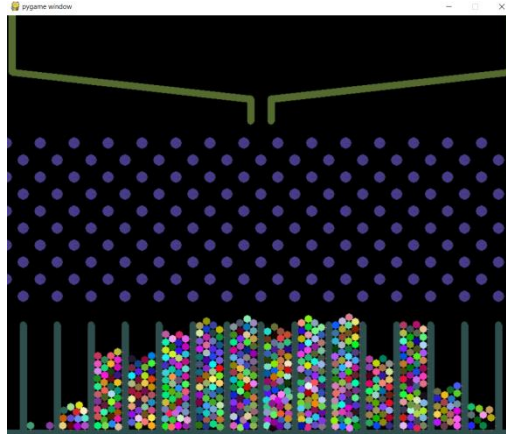
2) Створення моделі для себе або на замовлення з розумінням суті процесу утворення кривої нормального розподілу (крива нормального розподілу – це графічне його відображення). Розглянемо лише частину коду (весь код взято з відкритих ресурсів та частково модернізовано для цілей даної роботи), яка відповідає за місце утворення кульок для нашого моделювання [2]. Середовищем програмування обрано пакет «Anaconda» [3]. Перечислимо також основні необхідні об’єкти для імпортування в наш код: Numunk – «пайтонівська» фізична бібліотека (тобто відповідає за фізику в моделях), Pygame – набір модулів для Python, який включає в себе бібліотеки графіки та звуку, зокрема і згадану вище.

1) `ball_body.position = randrange(x1, x4), randrange(-y1, y1)`

2) `ball_body.position = (500, 10)`

Наведені рядки в обох кодах – задають місце появи для кульки. Позначення  $x_1$ ,  $x_4$ ,  $-y_1$ ,  $y_1$  – координати ліній, які обмежують площу появи об'єктів. «`randrange`» - генератор випадкової події із можливих заданих (в даному випадку – генератор випадкової координати кульки), який імпортовано з бібліотеки `random`. «`position`» - характеристика об'єкта, яка відповідає за позицію його створення (аналогічно можна задавати наприклад тертя чи силу тяжіння, використовуючи ті чи інші характеристики).

Інший код в обох випадках повністю співпадає. Здається нічого страшного – особливих змін то не відбулося. Розглянемо результат розподілу після запуску моделі.



*Мал. 2. Результат моделювання дошки Гальтона, для випадку з 1-єю початковою координатою для усіх кульок*



*Мал. 3. Результат моделювання дошки Гальтона, для випадку з різними початковими координатами для усіх кульок*

Як бачимо, у 2-му випадку ми отримали розташування кульок ближче до нормального розподілу (звісно ж, взаємодію кульок не відключали), а в 1-му – усі кульки летіли з однієї позиції одночасно, в результаті чого теж почали взаємодіяти, однак розподіл більш розмитий порівняно з 2-им випадком.

Розглянемо причину такого явища. Річ у тім, що для нормального розподілу найважливішим є випадковість величин, які ми розглядаємо.

Якщо ми оберемо одну кульку і задамо їй постійну точку входу в систему нашої моделі, то розрахувати її траєкторію буде нескладно, а кожного наступного разу ця траєкторія повторюватиметься. В той же час, якщо надати кульці трішки випадковості, якщо точніше – надати можливість появи кульки у випадковому місці певної фіксованої області, то результат буде очевидним тільки після того, як ми дізнаємось місце появи. Саме в цьому і криється істинність нормального розподілу – він розглядає усі можливі процеси з точки зору ймовірності

їх появи і, як результат, визначає ймовірність кожного із цих процесів (у нашому випадку ймовірність кульки в кінці руху попасти в той чи інший стовбець). Також враховується і можливість впливу процесів один на одного однак при однакових початкових умовах ці процеси часто, навіть взаємодіючи, не можуть досягнути нормального розподілу – адже неможливо побудувати графік випадкової події відкинувши умову випадковості.

Цей приклад показує нам, що лише той, хто точно знає ті чи інші процеси – може їх правильно моделювати. А отже, для використання на уроках астрономії, фізики, математики, найкраще підійдуть моделі – створені знавцями своєї справи. Хто ще це може бути, якщо не вчитель. Тільки він в школі знає ці процеси достеменно і тільки він зможе адекватно та ефективно застосувати таку модель на уроці.

#### **Список використаних джерел:**

1. Зображення дошки Гальтона [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Galton\\_box?uselang=uk#/media/File:Galton\\_board.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Galton_box?uselang=uk#/media/File:Galton_board.png)
2. Stanislav PetrovV. Python-Galton-Board- [Електронний ресурс] / StanislavPetrovV – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/StaniislavPetrovV/Python-Galton-Board->
3. Anaconda Inc. Пакет "Anaconda. Individual edition" - середовище програмування мовою PYTHON для персонального користування [Електронний ресурс] / Anaconda Inc – Режим доступу до ресурсу: <https://www.anaconda.com/products/individual>

***Борисюк Анастасія Сергіївна***

студентка 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М. П. Драгоманова

Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.

### ***АСТРОГРАФ - ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФОТОГРАФУВАННЯ НЕБЕСНИХ ОБ'ЄКТІВ***

Упродовж багатьох століть науковці й дослідники займались візуальними спостереженнями, використовуючи для цього різноманітні телескопи. Наприкінці XIX століття Клайдом Томбо власноруч був створений телескоп для фотографування небесних тіл, зокрема для пошуку гіпотетичної «Планети Х». За допомогою астрографа Томбо проводив зйомку сузір'я Близнюки, де за розрахунками мала знаходитись невідома планета. Порівнюючи зроблені зображення, 24-річний астроном помітив небесне тіло, яке було названо Плутоном. Окрім цього, Клайд відкрив нову комету, декілька змінних зірок і велику кількість астероїдів.

Саме в цей період астрографи відокремили в особливий клас телескопів, тому що з'явилась необхідність в спеціалізованих інструментах для проведення масових фотографічних спостережень неба. Астрономічний інструмент, призначений не для візуальних спостережень, а винятково для фотографування небесних об'єктів, має назву ***астрограф***. На сьогоднішній день астрографом називають не тип телескопів, а конкретні інструменти, які експлуатуються в цій якості.

Для отримання яскравих зображень Діп Скай об'єктів (зоряних скупчень, туманностей, галактик, квазарів) у великому масштабі необхідна значно більша фокусна відстань оптики, ніж у простих ширококутних чи портретних фотооб'єктивів, тому в нагоді стає використання астрографів.



Відповідно до структурної схеми, астрографи поділяються на: рефрактори, відбивачі і телескопи з дзеркальними лінзами. Обертання астрографа за добовим обертання небесної сфери здійснюється за допомогою точного годинникового механізму. Контроль за рухом трубки здійснюється за допомогою гіда (другої оптичної труби, яку встановлено паралельно до першої, а сам процес управління називається гідуванням. Методи гідування поділяються на візуальні (суб'єктивні) та автоматичні (об'єктивні).

Сучасні астрографи використовують фотоелектричний гід, який автоматично утримує обрану зірку видимою.

*Рис. 1 Астрограф*

Для автоматичного відстеження зірки під час опромінення, система кріплення телескопа обладнана пристроями управління та блоком. Сюди входять: годинниковий механізм, напрямні двигуни (або зменшене навантаження), редуктори та коробки передач. Годинник забезпечує постійну швидкість обертання астрографної трубки (обертання на добу), оскільки Земля обертається з постійною швидкістю. Але вплив заломлення, наслідки вигину конструкції та помилки, внесені кінематичною системою приводних ланцюгів, вимагають руху труби телескопа зі змінною швидкістю. [1, ст. 145]

Залежно від фокусної відстані лінзи астрографи поділяються на: короткофокусні та довгофокусні. Астрографи з фокусною відстанню не більше одного метра та відносною діафрагмою 1:5 або більше вважаються короткофокусними. Це пристрої, призначені для патрулювання неба (пошук комет, невеликих планет, змінних зірок). Особливим класом інструментів цього типу є камери спостереження штучних супутників Землі, які при невеликій фокусній відстані мають значну яскравість (відносна діафрагма 1:1), що дозволяє знімати об'єкти з великою швидкістю.

Типовим представником довгофокусних астрографів є подвійний астрограф Кримської астрофізичної обсерваторії АН УР з лінзою діаметром 40 см і фокусною відстанню 160 см, який використовується для систематичних спостережень невеликих планет. Зображення з астероїдами до 17<sup>m</sup> отримують за 1 годину експозиції. [1, ст. 146]



*Рис. 2 Подвійний астрограф*

В 1946 і 1975 роках в Голосієві були змонтовані подвійний довгофокусний астрограф Тепфера–Штейнгеля та подвійний ширококутний астрограф відповідно. Подвійний довгофокусний астрограф застосовується при вивченні регулярних рухів зірок, будови Галактики та при спостереженні за положенням тіл Сонячної системи, Місяця.

Спектрофотометричні характеристики зірок визначаються до  $15^m$ . Подвійний ширококутний астрограф використовували для створення різних каталогів. За допомогою цього астрографа проводили спостереження за різними планетами, астероїдами та кометами. Пластини, отримані за допомогою цього телескопа, використовувались для побудови фотографічного огляду північного неба (ФОН). Подвійний ширококутний астрограф має граничну фотографічну зоряну величину-  $16^m$ .

З допомогою астрографами маємо можливість зазирнути за зірки й попередити людство про небезпеку атаки астероїдів. В с. Маяки Одеської області за небом цілодобово спостерігає унікальний телескоп-астрограф «ОМТ 800». Він найбільший на материковій Україні, а дані прибору використовує навіть Європейське космічне агентство. Нещодавно одеські вчені відкрили та сфотографували декілька невідомих до останнього часу і потенційно небезпечних астероїдів.

Щоночі одеські астрономи підіймають у небо телескоп, який сконструювали власноруч. Цей телескоп був виготовлений із промислових матеріалів у звичайній майстерні, на його створення пішло майже 7 років. (рис.3)



*Рис. 3 Астрограф «ОМТ 800»*

Система агрегату повністю автоматизована. Для того, щоб отримати чітке зображення на вулиці не повинно бути ні туманностей, ні дощу. Кріплення і цифрова камера – основні елементи цього приладу. Діаметр його дзеркала – 80 см. Ця поверхня настільки досконала, що відхилення від заданого профіля не перевищує товщину людської волосинки поділеної на декілька сотень. Технічні характеристики телескопа ( $D = 0,8$  м,  $F = 2,134$  м) дозволяють камері CCD FLI ML09000 отримувати кадри  $3056 \times 3056$  пікселів під кутом  $1,0^\circ \times 1,0^\circ$ . «ОМТ 800» має граничну фотографічну зоряну величину- $19^m$

Процес спостереження такий: астрономи вводять координати об'єкта, направляють астрограф у небо. За допомогою дзеркала, на головний фокус телескопа, збирається необхідна кількість світла, після чого воно проходить через лінзу. На спеціальній камері будується зображення необхідного об'єкта і відправляється в комп'ютер, який обробляє отриману інформацію. Як правило, кадр вміщує декілька тисяч об'єктів: зірок або ряд штучних супутників Землі. Телескоп фотографує небо, а комп'ютер обробляє цифрові світлини. За таким принципом старший брат одеського телескопу Хаббл зміг нещодавно знайти нову галактику. А ще тут уважно стежать за штучними супутниками Землі та космічним сміттям. Аби не сталося

зіткнень уламків з електронними сателітами Землі, фахівці постійно розраховують зміну орбіт космічних об'єктів. «Ост 800» разом з орбітальним телескопом «Гайя» вже відкрили кілька невідомих астероїдів. На щастя, всі вони пролітали повз Землі.

Телескоп створений для виконання одразу декількох основних задач. Перша астрономічна задача-класична-спостереження як за природними тілами Сонячної системи, так і за супутниками нашої планети.

Друга-пошук та спостереження за «космічним сміттям», яке налічує вже більше 25.000 тіл. Вирішення цієї проблеми актуальне, тому що така велика кількість цих об'єктів може становити небезпеку для запуску космічних апаратів.

### Список використаних джерел:

1. Бойко Г.М., Грищенко Г.О., Лабораторний практикум з практичної астрофізики: навч. посіб. Київ, 2007 р. 145-146 с.

2. Астрограф [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.wikiwand.com/uk/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84>

3. Неподалік Одеси за небом цілодобово спостерігає унікальний телескоп-астрограф [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://youtu.be/ZcNUHLJ7aNA>

**Борисюк Анастасія Сергіївна**

студентка 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М. П. Драгоманова

Науковий керівник: доктор філософ. наук, проф. Вернидуб Р.М.

## РЕНТГЕНІВСЬКЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

В спектрі рентгенівського випромінювання розрізняють гальмівну та характеристичну складові. Спектр характеристичного випромінювання є лінійчатим. Це означає, що воно складається із досить вузьких спектральних ліній, що мають закономірне розташування. Довжини хвиль виключно залежать від матеріала, з якого складається анод. Саме випромінювання нагадує лінійчатий спектр газів в оптичній області [1, С.45].

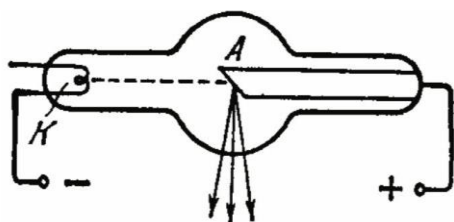


Рис.1. Рентгенівська трубка

Найпопулярнішим джерелом рентгенівського випромінювання вважається рентгенівська трубка, в якій з катода К вилітають електрони, що бомбардують анод А (антикатод), виготовлений із важких металів, а саме : W, Cu, Pt тощо.

Рентгенівське випромінювання, що виходить із анода, складається із суцільного спектра гальмівного випромінювання, виникаючого при гальмуванні електронів в аноді, і лінійчатого спектра характеристичного випромінювання, яке визначає матеріал анода [1, С.46].

Гальмівне випромінювання має короткохвильову границю  $\lambda_{\text{mix}}$  (границю суцільного спектра (див. рис.2)), яка відповідає ситуації, при якій вся енергія електрона переходить в енергію рентгенівського кванта:

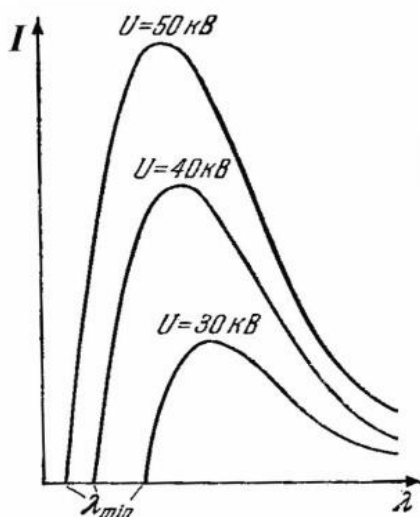


Рис.2.

$$E_{max} = hv_{max} = eU,$$

де  $U$  – різниця потенціалів між анодом і катодом. Гранична довжина хвилі

$$\lambda_{min} = \frac{c}{v_{max}} = \frac{ch}{eU} = \frac{ch}{E_{max}}$$

не залежить від матеріалу анода, а визначається тільки напругою на трубці.

В основі систематики хімічних елементів в періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва лежить заряд ядра атома  $Z$  (в одиницях елементарного заряду  $e$ ).  $Z$  визначає номер хімічного елемента в періодичній системі. Заряд ядра чисельно дорівнює числу електронів в електронній оболонці, які оточують ядро нейтрального атома.

Згідно нині існуючої теорії – електронна оболонка складного атома складається з ряду електронних шарів, які позначають буквами латинського алфавіту К, L, M, N, O тощо. Енергії електронів, які належать одному шару, майже не відрізняються, а, отже, цією відмінністю можна знехтувати і вважати, що кожному шару відповідає певне значення енергії електрона. Кількість електронів на зовнішньому шарі атома визначає хімічні властивості елемента. З збільшенням порядкового номера в періодичній таблиці Менделєєва, відбувається поступове заповнення електронних шарів від К, L, M і так далі.

Згідно квантової механіки число електронів, які знаходяться на даному шарі, не може перевищувати певної величини. У К-шарі може знаходитись не більше 2-х електронів. У L- і M-шарах – не більше 8 електронів, N- і O- шари вміщують не більше 18 електронів. Це і пояснює те, що в першому періоді таблиці Менделєєва знаходиться два елемента, в другому і третьому – 8 елементів, а в четвертий і п'ятий період вміщують в собі 18 елементів.

Характеристичне випромінювання виникає при переході електрона з одного внутрішнього шару на інший. Проте всі внутрішні шари складних атомів повністю заповнені. Для виникнення характеристичного випромінювання необхідно, щоб на будь-якому внутрішньому шарі був відсутній електрон. Характеристичне випромінювання завжди містить набір спектральних ліній. Всі можливі переходи електрона з вищих шарів на К-шар утворюють К-серію, на шар L-шар- L-серію, M-шар- M-серію і так далі на кожному наступному шарі. А кожна серія, в свою чергу, містить набір окремих ліній, що позначаються у порядку спадання довжини хвилі  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ... [2].

При збудженні електроном або фотоном, із атома видаляється один із внутрішніх електронів, наприклад, із К-шару. Місце в К-шарі, яке звільняється, може бути зайняте із будь-якого

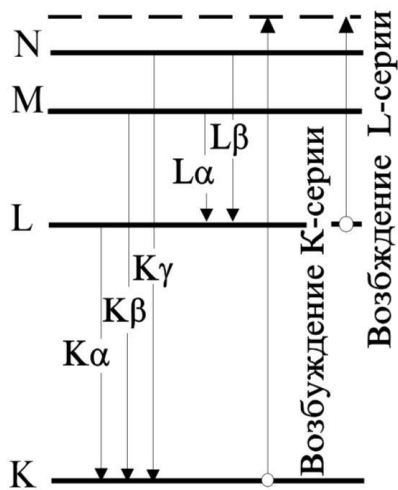


Рис. 3.1.

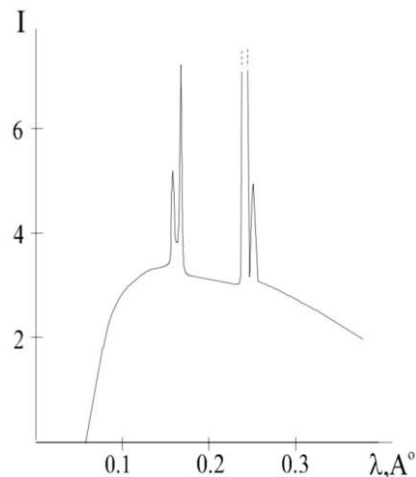


Рис. 3.2.

зовнішнього шару L, N, M,...- при цьому виникає К-серія.

На рис. 3.1 показана спрощена схема енергетичних рівнів складного атома і показані деякі переходи електронів, що відповідають К- та L-серіям.

На рис. 3.2 зображено спектр рентгенівського випромінювання для вольфрамового анода, в якому на фоні суцільного спектра гальмінового випромінювання видно лінії характеристичного випромінювання.

Частота рентгенівського фотона визначається формулою:

$$\omega = R (Z - \sigma)^2 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

де  $R$ - постійна Рідберга,  $m=1, 2, 3...$  визначає рентгенівську серію ( $L, M, N,...$ )  $\sigma$ -константа екранування, що враховує вплив на окремий електрон всіх інших електронів атома.

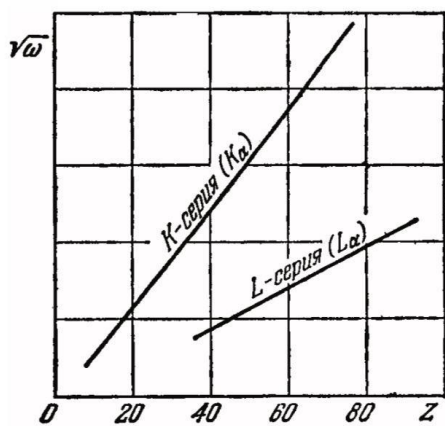


Рис. 4

Для кожної серії значення  $\sigma$  слабо залежить від  $Z$  і однакове в межах однієї серії. Так для К-серії  $\sigma = 1$ , а для L-серії  $\sigma = 7,5$ .

Очевидно, що при фіксованих значеннях квантових чисел  $m$  і  $n$ , для різних хімічних елементів, з яких виготовлений анод рентгенівської трубки, частота рентгенівського фотона пропорційна  $(Z - \sigma)^2$ . Ця залежність має назву – закон Мозлі.

Закон Мозлі зазвичай виражають наступною формулою:  $\sqrt{\omega} = C(Z - \sigma)$ ,  $C$  і  $\sigma$ - константи. Тобто ця залежність є лінійною (див. рис. 4).

Особливості рентгенівського випромінювання повністю пояснюються тільки на основі квантової теорії будови атома.

Рентгенівське випромінювання використовується в медицині та техніці, наприклад для визначення атомної структури кристалів.

**Список використаних джерел:**

1. Кобушкін О.П. Квантова механіка: навч. посіб. / О.П. Кобушкін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016 р. – С.45-46.
2. Кислов А.Н. Атомная и ядерная физика: Учебн. пособие. / А.Н. Кислов.- Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017 г. – С.188-196.

*Гончарук Світлана Сергіївна*

студентка 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М. П. Драгоманова

*Науковий керівник: д.ф.-м.н., професор Тартачник В.П.*

## **X-ПРОМЕНІ**

Рентгенівські промені - це тип електромагнітного випромінювання, який, ймовірно, найбільш відомий своєю здатністю бачити крізь шкіру людини і виявляти зображення кісток під нею. Досягнення в області технологій привели до появи більш потужних і сфокусованих рентгенівських променів, а також все більш широкому застосуванню цих світлових хвиль, від отримання зображень крихітних біологічних клітин і структурних компонентів матеріалів, таких як цемент, до знищення ракових клітин.

Рентгенівські промені грубо діляться на м'які і жорсткі. М'яке рентгенівське випромінювання має відносно короткі довжини хвиль, близько 10 нанометрів (нанометр становить одну мільярдну метра), і тому вони потрапляють в діапазон електромагнітного (ЕМ) спектра між ультрафіолетовим (УФ) світлом і гамма-променями. Жорстке рентгенівське випромінювання має довжину хвилі близько 100 пікометр (пікометр становить одну трильйонну частина метра) [1]. Ці електромагнітні хвилі займають ту ж область електромагнітного спектру, що і гамма-промені. Єдина відмінність між ними полягає в їх джерелі: рентгенівські промені виробляються прискоренням електронів, тоді як гамма-промені виробляються атомними ядрами в одній з чотирьох ядерних реакцій.

8 листопада 1895 року фізик Вільгельм Конрад Рентген (1845-1923) стає першою людиною, яка спостерігає рентгенівські промені - значний науковий прогрес, який зрештою принесе користь різним галузям, найбільше медицині, зробивши невидиме видимим.

Відкриття Рентгена сталося випадково у його лабораторії в Вюрцбурзі, (Німеччина), де він перевіряв, чи можуть катодні промені проходити крізь скло, коли він помітив світіння, що виходить із сусіднього екрану з хімічним покриттям. Він охрестив промені, які спричинили це світіння рентгенівськими променями через їх невідому природу.

Рентген - це електромагнітні енергетичні хвилі, які діють подібно до світлових, але на довжинах хвиль приблизно в 1000 разів коротших, ніж світлові. Рентген провів ряд експериментів, щоб краще зрозуміти своє відкриття. Він дізнався, що рентгенівські промені проникають у людську плоть, але не в речовини вищої щільності, такі як кістка або свинець, і що їх можна сфотографувати.

Відкриття Рентгена було позначено як медичне диво, і рентген невдовзі став важливим діагностичним інструментом у медицині, що дозволило лікарям вперше побачити всередині людського тіла без операції [2]. У 1897 р. Рентген вперше був використаний на військовому полі бою, під час Балканської війни, щоб знайти кулі та зламані кістки всередині пацієнтів.

Вчені швидко зрозуміли переваги рентгенівських променів, але повільніше зрозуміли шкідливий вплив радіації. Спочатку вважалося, що рентгенівські промені проходять крізь плоть так само нешкідливо, як світло. Однак протягом декількох років дослідники почали повідомляти про випадки опіків та пошкодження шкіри після впливу рентгенівських променів, а в 1904 році помічник Томаса Едісона Кларенс Даллі, який багато працював з рентгенівськими променями, помер від раку шкіри. Смерть Даллі призвела до того, що деякі вчені почали серйозніше сприймати ризики радіації, але вони все ще не були повністю зрозумілі.

Протягом 30-х, 40-х та 50-х років насправді в багатьох американських взуттєвих магазинах були прикріплені до взуття флюороскопи, за допомогою яких рентгенівські промені дозволяли клієнтам бачити кістки на ногах. Лише в 1950-х роках така практика була визнана ризикованою.

Вільгельм Рентген отримав численні нагороди за свою роботу, включаючи першу Нобелівську премію з фізики в 1901 році, проте він залишився скромним і ніколи не намагався запатентувати своє відкриття [3]. Сьогодні рентгенівські технології широко використовуються в медицині, аналізі матеріалів та таких пристроях, як сканери безпеки аеропорту.

Рентгенівський знімок - це метод візуалізації з використанням рентгенівських променів, гамма-променів або аналогічного іонізуючого та неіонізуючого випромінювання для перегляду внутрішньої форми об'єкта. Застосування радіографії включають медичну радіографію («діагностичну» і «терапевтичну») і промислову радіографію. Подібні методи використовуються в сфері безпеки аеропортів (де «сканери тіла» зазвичай використовують рентгенівське випромінювання зі зворотним розсіюванням). Для створення зображення в звичайній рентгенографії промінь рентгенівських променів створюється генератором рентгенівських променів і проектується на об'єкт. Певна кількість рентгенівських променів або іншого випромінювання поглинається об'єктом залежно від щільності та структурного складу об'єкта. Рентгенівські промені, які проходять через об'єкт, уловлюються за об'єктом детектором (фотоплівкою або цифровим детектором).

Отримання плоских двовимірних зображень за допомогою цього методу називається проекційною рентгенографією. У комп'ютерній томографії (КТ-сканування) джерело рентгенівського випромінювання і пов'язані з ним детектори обертаються навколо об'єкта, який сам рухається через створюваний конічний рентгенівський промінь. Будь-яка точка всередині об'єкта перетинається з багатьох сторін безліччю різних променів в різний час. Інформація, що стосується ослаблення цих променів, зіставляється і піддається обчисленню для створення двовимірних зображень в трьох площинах (аксіальній, коронарній та сагітальній), які можуть бути додатково оброблені для створення тривимірного зображення.

Променева терапія або часто скорочена RT, RTx або XRT, - це терапія, що використовує іонізуюче випромінювання, як правило для лікування раку, для контролю або знищення злоякісних клітин і зазвичай доставляється лінійним прискорювачем. Променева терапія може бути лікувальною при ряді видів раку, якщо вони локалізовані в одній ділянці тіла. Він також може використовуватися як частина допоміжної терапії для запобігання рецидиву пухлини після операції з видалення первинної злоякісної пухлини (наприклад, на ранніх стадіях раку молочної залози). Променева терапія є синергічною з хіміотерапією і застосовувалася до, під час та після хіміотерапії при сприйнятливих ракових пухлинах.

Рентгенівська астрономія - це спостережна галузь астрономії, яка займається вивченням рентгенівського спостереження та виявлення з астрономічних об'єктів. Рентгенівське випромінювання поглинається атмосферою Землі, тому прилади для виявлення рентгенівських променів повинні братися на велику висоту аеростатами, звуковими ракетами та супутниками. Рентгенівська астрономія - це космічна наука, пов'язана з типом космічного телескопа, який може бачити далі, ніж стандартні телескопи, що поглинають світло.

Очікується випромінювання рентгенівських променів від астрономічних об'єктів, які містять надзвичайно гарячі гази при температурі від приблизно мільйона кельвінів (К) до сотень мільйонів кельвінів (МК). Більше того, підтримка Е-шару іонізованого газу в земній термосфері також передбачало сильне позаземне джерело рентгенівських променів. Хоча теорія і передбачала, що Сонце та зірки будуть джерелами рентгенівських променів, перевірити це не було можливості, оскільки земна атмосфера блокує більшість позаземних рентгенівських

променів [4]. Лише до того часу, коли були розроблені способи відправлення приладів на велику висоту, ці джерела рентгенівських променів можна було вивчити.

Існування сонячного рентгенівського випромінювання було підтверджено на початку епохи ракет V-2, перетвореними на зондуєчу ракету, а виявлення позаземних рентгенівських променів було основною або вторинною місією численних супутників з 1958 р.

Перше космічне (за межами Сонячної системи) джерело рентгенівського випромінювання було виявлено зондуєчою ракетою в 1962 р. Під назвою Scorpius X-1 (Sco X-1) (перше джерело рентгенівського випромінювання, знайдене в сузір'ї Скорпіона), випромінювання рентгенівських променів Скорпіона X-1 у 10 000 разів більший за його зорове випромінювання, тоді як у Сонця приблизно в мільйон разів менше. Крім того, вироблена енергія в рентгенівських променях у 100 000 разів перевищує загальне випромінювання Сонця на всіх довжинах хвиль.

З тих пір було виявлено багато тисяч рентгенівських джерел. Крім того, простір між галактиками в скупченнях галактик заповнений дуже гарячим, але розбавленим газом при температурі від 100 до 1000 мегакельвінів (МК). Загальна кількість гарячого газу в п'ять-десять разів перевищує загальну масу у видимих галактиках.

#### **Список використаних джерел:**

1. Рентгенівське випромінювання - [www.femto.com.ua/articles/part\\_2/3422.html](http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3422.html) - стаття з фізичної енциклопедії
2. CRC Handbook of Chemistry and Physics 75th ed. David R. Lide P.10-227. CRC Press ISBN 0-8493-0475-X
3. Crystallographica, v1.60a. Oxford Cryosystems 1995—1999.
4. Юрій Ерін підтверджена висока відбивна здатність алмазу в діапазоні жорсткого рентгенівського випромінювання - [elementy.ru/news/431266](http://elementy.ru/news/431266). елементи-Новини науки (03.03.2010).

*Дерманська Наталя Василівна*

студентка 4 курсу

спеціальності 104 Фізика та астрономія

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П.Драгоманова

*Науковий керівник:* к.п.н., доц. Кириленко О.І

## **ЗНАЧЕННЯ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ СЬОГОДНІ ТА У МАЙБУТНІХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

Щоб говорити про природу Всесвіту нам необхідні наукові теорії. Теорії зазвичай будуються з раніше виведених законів, або ж є розвитком попередніх теорій.

Опублікована у 1687 році Ісааком Ньютоном праця: «Математичні начала натуральної філософії» стала справжнім проривом того часу [1].

Далі, у 1916 А. Айнштайном була сформована загальна теорія відносності (ЗТВ). На відміну від ньютонівської механіки, яка побудована навколо ідеї інерційної системи відліку (тільки в таких системах виконується І закон Ньютона), у ЗТВ є виділені системи, але на них не повинні діяти жодні сили окрім гравітаційних. Основним твердженням у ЗТВ є принцип

еквівалентності згідно з яким спостерігач не може відрізнити дію гравітаційного поля від сили інерції, що виникає в системі відліку, яка рухається з прискоренням [2, С.21-22].

Ще одним відомим наслідком теорії відносності є еквівалентність маси та енергії, виражена через рівняння Айнштайна  $E=mc^2$ , де  $E$  – енергія,  $m$  — маса тіла,  $c$  — швидкість світла. Кінетична енергія матеріального об'єкта збільшує його масу. Виходить тільки безмасові частинки можуть рухатися зі швидкістю світла.

Також, Айнштайн вперше додав до трьох просторових координат — час, як четверту координату, разом вони формують чотиривимірний простір-час. Траєкторія тіла у простір-часі показує не лише його розташування, але й час та тривалість перебування. Це дає нам повний опис кінематики тіла впродовж обраного часу. Ця траєкторія у простір-часі зветься світовою лінією тіла [2, С.31].

Не зважаючи на те, що спочатку ЗТВ викликала певний скепсис, три класичні ефекти теорії були перевірені у перші роки після публікації робіт з ТВ.

*Прецесія перигелію.* Звісно, прецесія перигелію Меркурія була виявлена за довго до ТВ. Це, також, було не першим виявленим відхиленням від законів Кеплера. Зазвичай відхилення викликані наявністю інших планет. Саме так був відкритий Нептун. І через це певний період часу вважалося, що між Меркурієм та Сонцем є ще одна планета. З ростом потужностей телескопів, стало зрозумілим, що планети там немає, а прецесію перигелію Меркурія необхідно якось пояснити. ЗТВ не лише дала пояснення, а й забезпечила кількісний збіг теоретичної оцінки зі швидкістю спостережуваної прецесії. Нині ефекти ЗТВ обов'язково враховуються при точних розрахунках орбіт небесних тіл у Сонячній системі.

*Відхилення світла.* Викривлення світла у гравітаційних об'єктів не було новиною, але у ЗТВ кут відхилення світла був вдвічі більший, ніж передбачено теорією Ньютона. Саме відмінність кутів відхилення допомогла визначити, яка з теорій правильно описує цей ефект.

Нині ефект відхилення світла є основою для гравітаційного лінзування. Активно вивчається та використовується в астрономії для спостереження надзвичайно віддалених об'єктів.

*Гравітаційне червоне зміщення.* Описує різницю темпу часу в точках з різними гравітаційними потенціалами. Астрономи спостерігали червоне зміщення у спектрі Сонця, але не могли його пояснити, поки Волтер Адамс не провів експерименти з вимірювання величини зміщення у спектрі Сіріуса В, підтвердивши передбачення Айнштайна [2, С.35-41].

Зараз червоне зміщення враховується при роботі GPS та інших навігаційних супутників. Без його врахування навігація вже за добу мала б похибки на кілометри. Враховуючи на скільки важливе місце в нашому житті посіла комп'ютерна техніка, складно переоцінити важливість коректної роботи додатків, які залежать від навігаційних систем. Вже зараз є транспорт, який працює на автопілоті, а в майбутньому будуть повсякчас використовуватися автопілотовані: вантажівки, дрони й просто авто, для їх функціонування коректна супутникова навігація є вкрай важливою.

Сьогодні всі передбачення ТВ є експериментально підтвердженим. Одне з найвідоміших, у яке сам Айнштайн не вірив — існування чорних дір. Опосередковано їх спостерігають вже давно, але перші спостереження акреційного диска навколо чорної діри були проведені у червні 2015 року [3].

Останнім підтвердженням передбачення було відкриття гравітаційних хвиль детектором Advanced LIGO у вересні 2015. В їх існуванні не особливо сумнівалися, але лише зараз стали можливими дослідити [4].

Загалом, напрям гравітаційно-хвильових досліджень лишається одним з досить перспективних. Зараз у нас, як ніколи є технічні можливості для надточних досліджень, а увага,

яка приділяється саме цьому напрямку обумовлена неймовірними перспективами гравітаційно-хвильової астрономії, за допомогою якої у нас буде змога отримати відповіді на низку питань, які хвилюють фахівців з релятивістської астрофізики та космології [5, С.95].

Звісно, на цьому дослідження й відкриття не припиняються. Кінцева мета науки — запропонувати теорію, яка описує весь Усесвіт, а ТВ не узгоджується з квантовою механікою. Є низка цікавих теорій, які претендують на звання теорії всього: теорія струн, петльова квантова гравітація, преонні моделі, тощо. У розробці єдиної теорії у нас три найімовірніші можливості:

1. Створення повної об'єднаної теорії.
2. Не існує остаточної теорії Всього. Є лише послідовні теорії, які дедалі точніше описують Всесвіт.
3. Не існує жодної остаточної теорії Всесвіту: події можна передбачувати лише у визначених рамках.

У будь-якому випадку, з ростом науково-технічного прогресу перед нами відкривається все ширше поле для досліджень світу навколо нас.

### Список використаних джерел:

1. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/fg4kWNm>
2. Парновський С. Як влаштовано Всесвіт. Вступ до сучасної космології/Парновський С., Парновський О. — Львів : Видавництво Старого Лева, 2019. — 248 с.
3. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/0g4kRof>
4. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/Qg4kTsn>
5. ЗАГАЛЬНА ТЕОРІЯ ВІДНОСНОСТІ: випробування часом./ Я. С. Яцків, О. М. Александров, І. Б. Вавилова, В. І. Жданов, Ю. М. Кудря, С. Л. Парновський, О. В. Федорова, С. В. Хміль. — Київ.: ГАО НАН України, 2005, 288 с.

*Кирпель Павло Станіславович*

магістрант 2-го р.н.

спеціальності 104 Фізика та астрономія

Фізико-математичного фпкультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.

## КОСМОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ВСЕСВІТУ ЛЕМЕТРА

Жорж Леметр народився 17 липня 1894, у місті Шарлеруа — 20 червня 1966 помер, — бельгійський католицький священик, астроном і математик, один з авторів теорії розширення Всесвіту (зараз відомої як теорія Великого вибуху). Член Папської Академії Наук у Ватикані, її президент в 1960—1966.

У 1931 році за допомогою свідчень Едвіна Габбла про розширення Всесвіту, а також власних спостережень Жорж Леметр зміг вивести рівняння Фрідмана. Та припустив, що якщо всесвіт зараз розширюється то має існувати якась початкова точка, або тіло з якого все почалося. Леметр назвав цю точку «первинним атомом».

Сама назву великий вибух теорії Леметр не давав. Це сталося на одному з ефірів на радіо. Противник теорії первинного атома Фред Гойл для того щоб принизити теорію назвав її «*bigbang*», що означає на англійській мові не Великий вибух, а радше «великий бах». Таким чином насміхання над теорією дало їй нову назву, яка дуже швидко укорінилася в свідомості людей.

Сама теорія виходить із двох принципів:

- 1) Гіпотеза однаковості всесвіту та законів фізики в ньому.

2) Космологічного принципу. За цим принципом не дивлячись на великі маси зірок всесвіт має однакову густину, через великі відстані на яких все у всесвіті знаходиться та масштаби які розглядаємо при його дослідженнях.

Великий вибух на відміну від наших уявлення про процес вибуху таким насправді взагалі не . Згідно з теорії від відбувається постійно і навіть у цей момент часу, просто ми не знаходимося в тій точці не воно відбувається.

Хронологічно Великий вибух мав декілька стадій або епох:

1. Планківська-моменту, при якому матерія мала нескінченну густину і температуру, а будь-які точки простору були нескінченно близькими одна до одної. Цей період має назву планківська епоха через те, що порядок величин, які визначали умови Всесвіту, зіставний з планківськими величинами.
2. Великого Об'єднання-ймовірно, в цей період виникли перші частинки і античастинки.
3. Космічної інфляції-під час інфляційної епохи Всесвіт розширювався експоненційно.
4. Електрослабка-під час цієї епохи електрична та слабка взаємодії ще не розділилися, тому частинки ще не мали маси.
5. Первинного нуклеосинтезу-через 1 секунду після вибуху температура у Всесвіті знизилася нижче мільярда Кельвінів, і фотони перестали розбивати ядра дейтерію, що утворювалися. Саме в цей період розподіл елементів став таким, який ми можемо спостерігати зараз (Рис. 1).

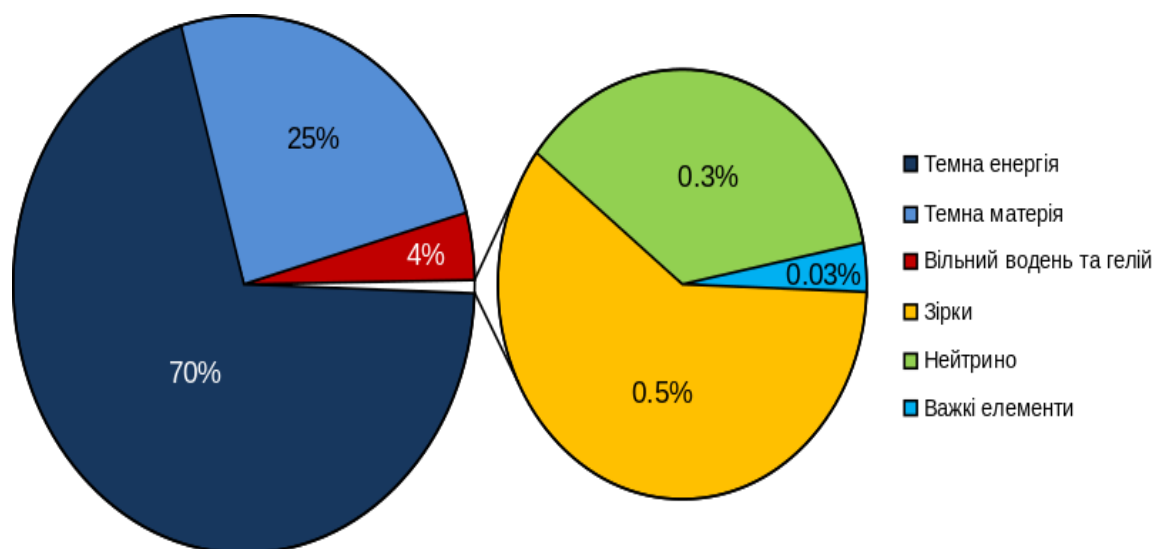


Рис 1 Склад Всесвіту

6. Первісної рекомбінації-в цей час Всесвіт перестає бути заповненим плазмою, а стає заповненим нейтральним газом, прозорим для випромінювання. Момент цього переходу називають *моментом останнього розсіяння*.

7. Темні віки- у цю епоху перші зірки ще не утворилися, але матерія охолола настільки, що перестала випромінювати світло.

8. Реонізація- почали утворюватися газові туманності, а ще пізніше—галактики та окремі зорі.

9. Майбутнє.

### Плюси.

Теорія Великого вибуху спирається на «чотири експериментальні стовпи»:

1. Розбігання галактик за законом Габбла, яке вимірюється на основі червоного зсуву спектральних ліній внаслідок ефекту Доплера.
2. Наявність реліктового випромінювання
3. Поширеність хімічних елементів у Всесвіті із перевагою легких елементів: гідрогену та гелію.

4. Великомасштабний розподіл та еволюція галактик, про яку свідчать астрономічні спостереження.

### **Критика.**

Крім теорії Розширення Всесвіту була також теорія, що Всесвіт є стаціонарним, тобто не еволюціонує та не має ні початку, ні кінця в часі. Частина прихильників такої точки зору відкидають розширення Всесвіту, а червоне зміщення пояснюють гіпотезою про «старіння» світла. Однак, як з'ясувалося, ця гіпотеза суперечить спостереженням, наприклад, спостерігається залежність тривалості спалахів наднових від відстані до них. Інший варіант, що не заперечує розширення Всесвіту, представлений теорією стаціонарного Всесвіту Ф. Гойла. Вона також погано узгоджується зі спостереженнями [1].

У деяких теоріях інфляції (наприклад, вічної інфляції) наша картина Великого вибуху, яку ми здатні спостерігати, відповідає ситуації лише в частині Всесвіту, яку ми можемо спостерігати (Метагалактиці), але не однакою для всього Всесвіту [1].

Крім того, у теорії Великого вибуху не розглядається питання про причини виникнення сингулярності, або матерії та енергії для її виникнення, зазвичай просто постулюється її безпочатковість. Вважається, що відповідь на питання про існування та походження початкової сингулярності має дати теорія квантової гравітації [1].

### **Список використаних джерел:**

1. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/Yg4ko1T>
2. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/Ag4kaB8>
3. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/Wg4ks0h>
4. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/6g4kdAi>

*Куценко Тетяна Янівна*

магістрантка 2-го р. н.

Фізико-математичного факультету

НПУ ім. М. П. Драгоманова

*Науковий керівник:* к. п. н, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії Кириленко О. І.

## **КОСМОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ВСЕСВІТУ ІММАНУЇЛА КАНТА**

Людство постійно задається питаннями про походження і розвиток навколишнього світу, намагаючись зрозуміти причини його виникнення, його пристрій і подальшу долю. Протягом історії, ламаючи голову над подібними питаннями, ми отримали в свою дослідницьку скарбничку безліч різних теорій, починаючи від думки про плоску Землю на трьох слонах, які, в свою чергу, вічно змушені стояти на величезній черепазі і тримати на своїх масивних плечах наш будинок, і закінчуючи теоріями про струни і мультивсесвіт. Особливе місце займає космологічна модель Іммануїла Канта (рис. 1) - німецького філософа, який жив в 1724 –1804-х рр.



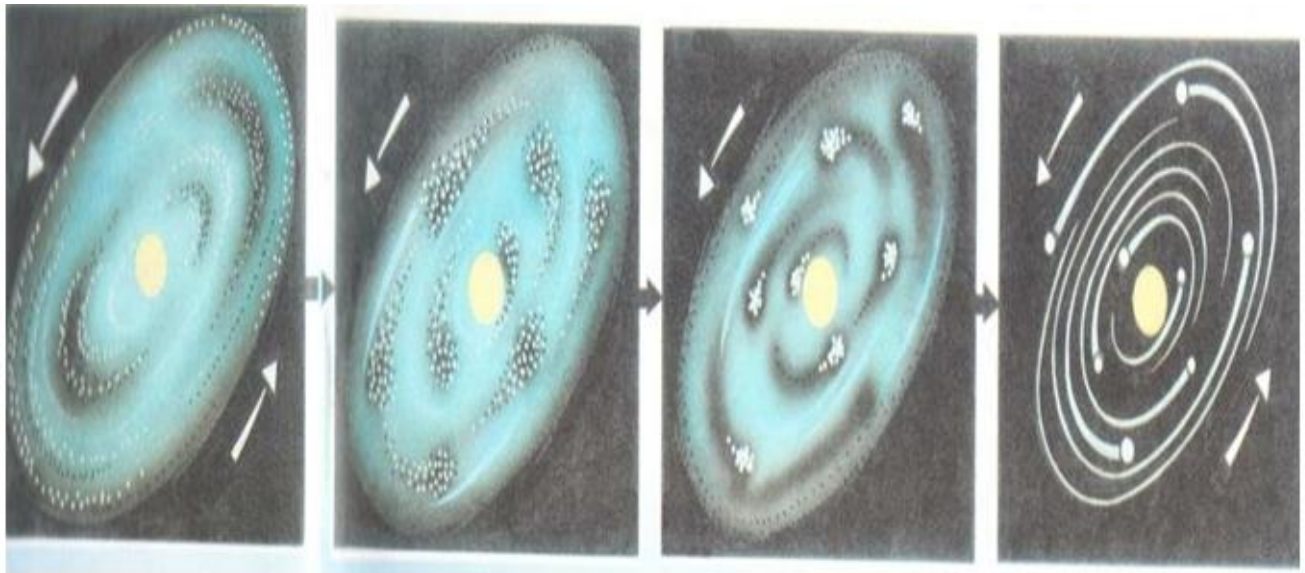
*Рис. 1 Іммануїл Кант та його космологічна модель*

Відкривши закон Всесвітнього тяжіння, Ньютон пробував описати за допомогою своєї механіки і будову всього Всесвіту, задаючись питанням: нескінченний Всесвіт, або все ж у нього є межі? Він висловив припущення про те, що Всесвіт заповнює собою все і вся, адже якби у нього були кордони, то вся матерія, що є в ньому, а саме - зірки, планети силами гравітації стяглися б воєдино в один великий ком. Тільки якщо Всесвіт нескінченний, можуть в певних його ділянках існувати центри гравітації, наприклад, зоряні системи. Вони однаково віддалені один від одного, центр кожної системи утримується силами гравітації, а великі відстані дозволяли б не притягати їх гравітаційним силам один до одного. Також генія хвилювало і інше питання: як з хаотичних рухів частинок могла розвинути вся складна і впорядкована система світу? «Помічником» в цьому він бачив лише Бога, який задав тілам орбітальний рух по орбітах.

Іммануїл Кант дотримувався думки про статичності і однорідності Всесвіту і висунув ідею про те, що час у Всесвіті - це вічність, і що початку його просто не існувало. Однак йому не подобалася ідея Ньютона про божественний запуск, і він намагався пояснити рух тіл з наукової точки зору. Він вважав, що весь простір заповнений частинками, між якими є три типи взаємодій:

- тяжіння (гравітаційне тяжіння);
- відштовхування (як, наприклад, при взаємодії газів);
- з'єднання (відмінність частинок по щільності).

Саме відмінність частинок по щільності призводить до згущення матерії (до більш щільних елементів притягуються більш легкі), а сила відштовхування допомагає не зліплювати всю матерію в один величезний ком. Вічна боротьба двох рівних між собою сил - відштовхування і тяжіння призводить до подальшого розвитку світу. Філософськи звучить, чи не так? Коли ці дві сили стикаються, навколо згущення матерії утворюються вихрові рухи - це і змушує рухатися планети по своїх орбітах (рис. 2), і, керуючись таким поясненням, можна сказати, що ніякий божественний запуск не потрібен. Частинки рухаються навколо центру, об'єднуючись один з одним - так народжуються не тільки зоряні системи за типом нашої, але ще й галактики, туманності і зоряні скупчення. Цим же способом Кант описав і наявність супутників у планет, і систему кілець Сатурна.



*Рис. 2 Схематичне зображення руху планет.*

Але і на цьому німецький філософ не зупинився! Він вперше передбачив наявність інших планет за орбітою Сатурна, існування подвійних зоряних систем, ідею про флуктуації щільності, рух комет і багато іншого - те, що зараз підтверджено. Таким чином, ми бачимо перші логічне пояснення різних систем.

Але незважаючи на всю свою привабливість, космологічна модель Канта має недоліки:

1. Якщо Всесвіт нескінченний, то в ньому буде існувати нескінченна кількість небесних тіл, що, відповідно, збільшить сили гравітації, і Всесвіт все ж загине в колапсі і не буде існувати вічно;

2. Якщо у Всесвіті є нескінченна кількість небесних тіл, то сумарна їх яскравість буде настільки великою, що ми б ночами бачили яскраве небо, і не було б романтичних зустрічей в напівтемряві під Місяцем, але якщо цього не відбувається, то це говорить про факт вирахованості небесних об'єктів [1].

Спостереження астрономів 18-19 століть за рухом планет підтвердили космологічну модель Канта, і вона з гіпотези перетворилася в теорію, а до кінця 19 століття вважалася незаперечним авторитетом[2].

В результаті Кант вніс величезний вклад в розвиток астрономії, а його теорія була найавторитетнішою до початку 20 століття, до того, коли Ейнштейн опублікував ЗТВ (Загальну Теорію Відносності), а за нею послідували наступні, не менш важливі наукові відкриття.

#### **Список використаних джерел:**

1. Космологічна модель Іммануїла Канта: веб – сайт. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5e136f2d3d008800afe2848c/kosmologicheskaja-model-immanuila-kanta-5e19d3986f5f6f00ae02da03>
2. Космологічна модель Канта: веб – сайт. URL: <https://arch.cspnz.ru/school2/Kant.html>

*Куценко Тетяна Янівна*

магістрантка 2-го р. н.

Фізико-математичного факультету

НПУ ім. М. П. Драгоманова

*Науковий керівник:* кандидат фіз.-мат. наук, доц. Павлова Н. Ю.

## **ВИКОРИСТАННЯ JUPYTERLAB ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Комп'ютерне моделювання відіграє важливу роль в дослідженнях фізичних явищ та процесів. Для проведення моделювання необхідно підготувати програму на якійсь з мов програмування відповідно до наявної математичної моделі. Потім ця програма використовується для комп'ютерного моделювання.

Серед великої кількості мов програмування для комп'ютерного моделювання увагу дослідників часто привертає популярна мова програмування Python [1]. Python — це високорівнева інтерпретована мова програмування загального призначення, яка орієнтована на підвищення ефективності розробки коду та його читабельності. Синтаксис центральної частини (ядра) мови Python мінімалістичний. У той же час стандартна бібліотека цієї мови містить велику кількість корисних функцій. Python підтримує структурне, узагальнене, об'єктно-орієнтоване, функціональне і аспектно-орієнтоване програмування. Основні архітектурні риси мови — динамічна типізація, автоматичне керування пам'яттю, повна інтроспекція, механізм обробки виключень, підтримка багатопотокових обчислень, підтримка високорівневих структур даних тощо. До складу дистрибутива Python входять такі важливі для моделювання бібліотеки як NumPy, SciPy, matplotlib, Pandas та інші.

Щоб встановити Python в операційній системі Windows можна скористатися безплатною версією дистрибутиву Anaconda [2]. Це — дистрибутив мов програмування Python і R, що включає набір популярних вільних бібліотек, які об'єднані проблематикою науки про дані та машинного навчання. Основна мета дистрибутива — поставка єдиним узгодженим комплектом найбільш затребуваних відповідним колом користувачів тематичних модулів (таких як NumPy, SciPy, Astropy і інших). Станом на 2019 рік Anaconda містить більше 1,5 тисячі модулів Python. Особливістю дистрибутива є оригінальний графічний менеджер Anaconda Navigator, який дозволяє керувати встановленням необхідних користувачу модулів Python. Після скачування дистрибутива подальша конфігурація середовища Python, в тому числі й установка додаткових пакетів може проводитися без приєднання до Інтернету. До складу дистрибутива Anaconda входить програма Spyder [3], яка написана мовою програмування Python. Spyder — вільне крос-платформне інтерактивне середовище розробки програм на мові програмування Python для наукових розрахунків, яке забезпечує простоту використання функціональних можливостей Python. Spyder є частиною модуля spyderlib для Python, заснованого на PyQt4, pyflakes, gore і Sphinx, що надає потужні віджети на PyQt4, такі як редактор коду, консоль IPython, графічний редактор змінних (в тому числі списків, словників і масивів). Можливості Spyder такі: редактор коду Python з підсвічуванням синтаксису мови, визначення помилок в коді на льоту, динамічна інтроспекція коду, гнучке налаштування інтерфейсу користувача, інтегрування з науковими бібліотеками Python такими, як NumPy, SciPy, Matplotlib, Pandas. На рис. 1 показано вікно Anaconda Navigator, на якому видно ряд панелей, що відповідають програмам, які можуть бути запущені.

Дистрибутив Anaconda також містить програму JupyterLab [4]. На рис. 2 показано приклади двох вікон цієї програми, що демонструють особливості використання JupyterLab.

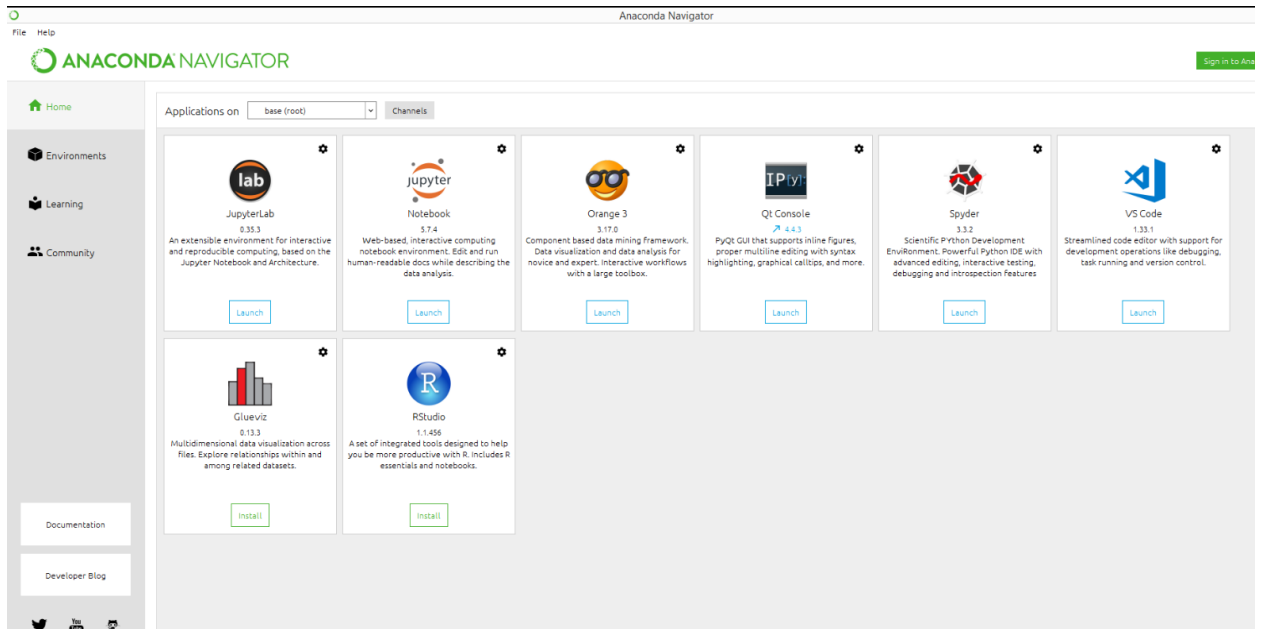


Рис. 1. Вікно Anaconda Navigator.

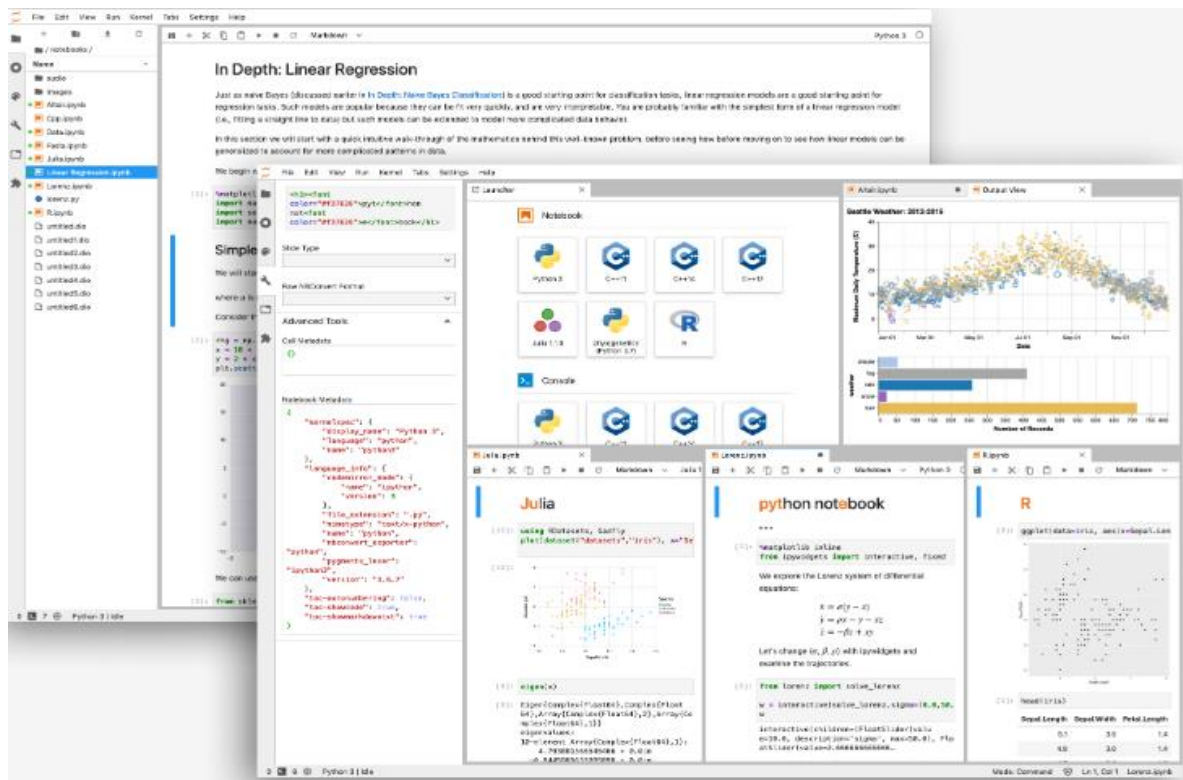


Рис. 2. Два приклади вікон JupyterLab.

JupyterLab — це інтерактивне веб-середовище для розробки блокнотів, які містять код та текст. Ця програма вирізняється гнучким налаштуванням користувацького інтерфейсу, призначеного для підтримки широкого спектру робочих процесів в області науки про дані, наукових обчислень і машинного навчання. JupyterLab є розширюваним і модульним: можна підготувати плагіни, які додають нові компоненти і інтегруються з наявними. Нині спільнотою програмістів забезпечено підтримку більше ніж 100 мов програмування для взаємодії з JupyterLab. Для написання коду в JupyterLab розроблено спеціальні модифікації мов програмування, які мають префікс “I”; вони розроблені спеціально для роботи з блокнотами JupyterNotebook і входять до різних пакетів програм. Найбільш відомі з таких модифікацій —

IPython, IJava, IGo. Блокноти JupyterNotebook — зручний формат для створення красивих аналітичних звітів, так як він дозволяє зберігати разом код, зображення, коментарі, формули та графіки. Як веб-середовище JupyterLab запускається в окремій вкладці веб-браузера. На рис. 3 приведено вікно з відкритим в JupyterLab блокнотом.

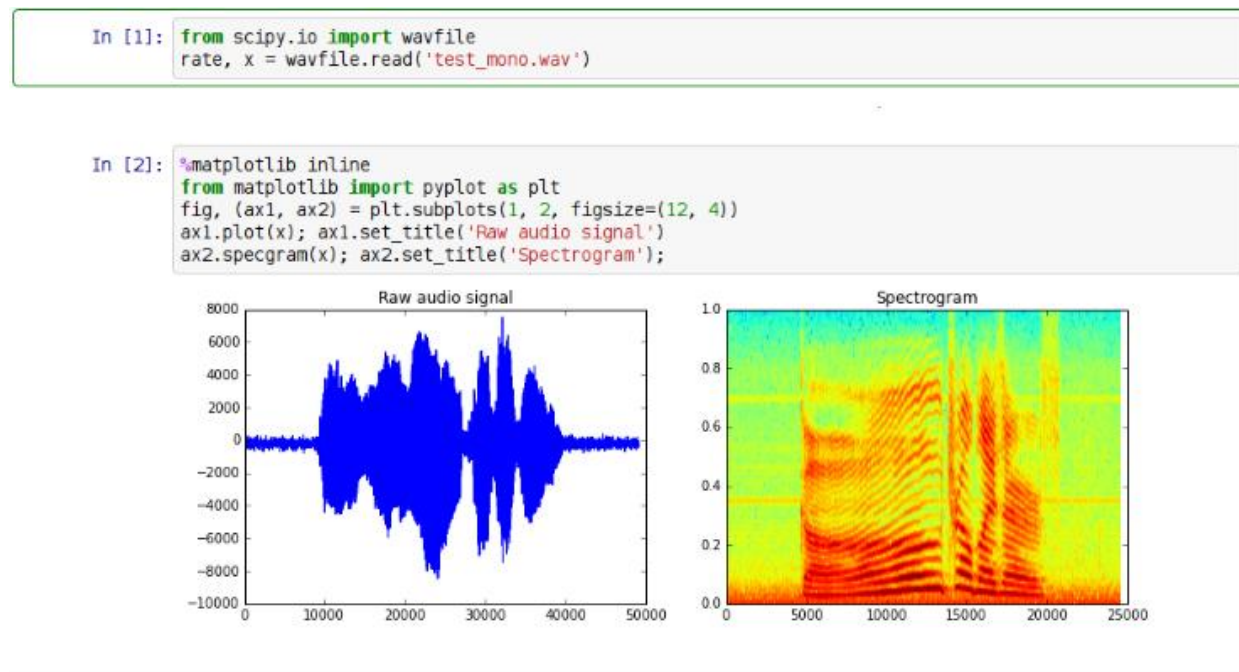


Рис. 3. Блокнот, відкритий в JupyterLab.

На сайті Jupyter [4] передбачена можливість повноцінного опробування JupyterLab з декількома мовами програмування, серед яких і Python. Це дозволяє попрацювати з JupyterLab та Python без встановлення на комп'ютер дистрибутива Anaconda.

Мова Python і веб-середовище інтерактивної розробки JupyterLab є важливими засобами обробки різноманітних даних, таких як статистичні, фізичні та інші. Дана інтегрована система розробки програм разом з можливостями, що надаються дистрибутивом Anaconda, дозволяють досить наочно аналізувати величезну кількість складних даних у відповідності до обраних моделей. За допомогою програм, згаданих в даній роботі, зручно проводити моделювання фізичних явищ і процесів з використанням мови програмування Python та бібліотек, що розширюють можливості цієї мови.

#### Список використаних джерел:

1. Домашня сторінка проекту Python. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.python.org/>
2. Домашня сторінка проекту Anaconda. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.anaconda.com/>.
3. Домашня сторінка проекту Spyder. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.spyder-ide.org/>.
4. Домашня сторінка проекту Jupyter. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://jupyter.org/>.

*Омельченко Альона Романівна*  
магістрант 1-го р.н.  
спеціальності 104 Фізика та астрономія  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П.Драгоманова  
*Науковій керівник: доцент Кириленко О.І.*

## НЕЙТРОННІ ЗОРІ

Нейтронні зорі – гідростатично зрівноважені, без внутрішніх джерел енергії зорі, речовина яких складається головно з нейтронів. Нейтронні зорі відкрив «на кінчику пера» Л.Д. Ландау 1932, виявлені ж вони – як пульсари – англ. астрономами в 1967[1, С.318].

Пульсари – називаються джерела імпульсного радіовипромінювання з дуже високою стабільністю періодів надходження імпульсів. Деякі пульсари випромінюють енергію не лише в радіодіапазоні, але й в інфрачервоному, оптичному, рентгенівському і, навіть, гамма – діапазоні[2, С.357].

За властивостями нейтронні зорі різко відрізняються від звичайних зір. Теорія передбачає, що маси нейтронних зір обмежені як зверху (Оппенгеймера-Волкова межа), так і знизу: нижня межа становить близько 0,03 маси Сонця.

Особливістю нейтронних зір є наявність твердої зовнішньої кори, яка складається, очевидно, із заліза з домішками інших елементів. Товщина кори близько 0,1 радіуса зорі, густина –  $(2-4) \cdot 10^{11} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ . Під зовнішньою корою - внутрішня. Ще глибше – нейтронна рідина, яка складається із надтекучих нейтронів з малою домішкою надтекучих протонів електронів. У центрі нейтронної зорі густина може перевищувати ядерну.

Спостережувані прояви нейтронних зір визначені її взаємодією з навколишнім середовищем. Відповідно, на особливості цієї взаємодії впливає магнітне поле нейтронної зорі, її обертання і темп акреції речовини.

Нейтронні зорі – продукти завершальних стадій еволюції зір. Для утворення нейтронної зорі потрібно, щоб у центрі зорі маса речовини, у якій вичерпалися запаси ядерного пального, перевищувала межу Чандрасекара.

Нейтронна зоря утворюється під час спалаху наднової, проте можливий, напевне, і «тихий колапс» - без спалаху[1, С.318].

Нейтронні зорі – надгусті небесні тіла, що складаються в основному з нейтронів. На можливість існування в природі таких конфігурацій з густиною  $10^{12} \text{ г/см}^3$  вчені вказували вже давно, ще в 1934р., коли власне кажучи, теоретично і було відкрито нейтронні зорі. Проте знайти їх у Всесвіті пощастило лише нещодавно, коли в 1968 р. американські астрофізики Т. Голд і Ф. Дрейк ототожили з ними пульсари, відкриті всього рік перед цим. І зараз реальне існування нейтронних зір вже не викликає жодного сумніву, їх можна вважати твердо встановленим фактом [3, С.219].

Так як нейтронні зорі – одні з найзагадковіші об'єкти у Всесвіті, то вивчення та дослідження їх дуже цікаве, бо існування і властивості цих зір були передвіщені задовго до відкриття. Навколо нейтронних зір відбувається багато фізичних процесів. Вивчення властивостей ядер за умов з екстремальною температурою та густиною було предметом багатьох досліджень останніх десятиліть завдяки важливості вивчення процесів у нейтронних зорях.

Вчені приділяють велику увагу вивченню нейтронних зірок, оскільки вони є певним орієнтиром для науковців в космічному просторі. Астрономи стверджують, що нейтронні зорі

можуть служити маяками для майбутніх космічних туристів, вказуючи правильний шлях в космічному просторі. Серед численних типів нейтронних зірок особливо цінними є мультисекундні пульсари, котрі найточніше дозволяють відюстувати свої годинники.

17 серпня 2017 році був зареєстрований колаборацією LIGO-Virgo гравітаційно-хвильовий сигнал - GW170817. Сигнал GW170817 мав тривалість ~100 секунд і був першим гравітаційно-хвильовим свідченням злиття двох нейтронних зір, що відбулось у галактиці NGC 4993, на відстані 130 мільйонів світлових років від Землі [4, С.16].

NASA обрало наукову місію, яка дозволить астрономам вперше дослідити приховані деталі деяких найбільш екстремальних та екзотичних астрономічних об'єктів, таких як зоряні та надмасивні чорні діри, нейтронні зірки та пульсари. Місія Imaging X-ray Polarimetry Explorer (IXPE) виконуватиме польоти на трьох космічних телескопах з камерами, здатними вимірювати поляризацію цих космічних рентгенівських променів, дозволяючи вченим відповідати на фундаментальні питання. Місія, запланована на випуск у 2020 році [5].

### Список використаних джерел:

1. Климишин І.А., Корсунь А.О. Астрономічний енциклопедичний словник — Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. — С. 318—319.
2. Андрієвський С.М., Климишин І.А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. — Одеса: Астропринт, 2007. — 480 с.
3. Храмов Ю. О. Путівник по космосу. — 2-ге вид. — Київ: Радянська школа, 1972. — 352 с.
4. Abbott, B. P. et al (16 October 2017). GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral. *Physical Review Letters* 119.
5. NASA Selects Mission to Study Black Holes, Cosmic X-ray Mysteries [Електронний ресурс] / NASA. — 2017. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-selects-mission-to-study-black-holes-cosmic-x-ray-mysteries>

*Урсул Катерина Володимирівна*

студентка 3 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.

### ЛІТНІЙ ЧАС: ДОЦІЛЬНІСТЬ ПЕРЕХОДУ

Сезонне переведення часу є причиною великої кількості диспутів та питань з приводу доцільності актуальності його в умовах сучасного ресурсокористування. Ця процедура покликана раціоналізувати використання світлої частини доби, забезпечити економію електроенергії, синхронізацію з іншими країнами або територіями в межах однієї держави. З іншого боку відмічають шкоду здоров'ю населення, малу економічну вигоду. Нині більшість країн світу поступово відмовляються від переходу на літній час.

Досліджуючи переведення часу необхідно звернути увагу на поняття «часовий пояс» та «літній час».

**Часовий пояс** – це частина поверхні земної кулі, на якій ухвалено один стандартний (місцевий) час. Місцевий час визначається за допомогою сонячного годинника, відмінний для кожного меридіану [1]. Поділ на пояси повинен обмежуватися прямими лініями, що проходять

на  $7,5^\circ$  на схід і захід від середнього меридіану кожного поясу, але їх межі часто зміщені до державних кордонів, а для великих за площею країн – до кордонів внутрішнього адміністративно-територіального поділу. Точно уздовж географічних меридіанів межі годинних поясів проходять лише в ненаселених частинах Землі, а також у відкритих морях та океанах.

*Літнім часом* називають місцевий час, який встановлюється на певній території на літній період року. Також відомий як *Daylight Saving Time (DST)*. Зазвичай є більшим на годину від стандартного часу, що діє взимку, прийнятого на цій території [2].

Історія літнього часу розпочалася ще в античні часи. Римський водяний годинник мав відміни шкали для різних місяців. За ним схід Сонця під час зимового сонцестояння (22.12 – початок астрономічної зими) розпочинався о 9:02 і тривав 44 хвилини, а під час літнього (22.06 – початок астрономічного літа на північній півкулі) – о 6:58, тривалість становила 75 хвилин. Згодом громадянський час перестав варіюватися залежно від пір року. Концепцію літнього часу відродила опублікована 26 квітня 1784 року анонімна замітка в газеті «Journal de Paris», автором якої був Бенджамін Франклін. Слуга забув зачинити ставні на вікнах, прокинувшись о 6 годині ранку, американський посол помітив, що Сонце сходить дуже рано. Тоді Бенджамін дійшов такого висновку: якщо перевести стрілки годинника ще на 1 годину вперед, то можна використовувати світлу частину дня для роботи, а ввечері взагалі не запалювати свічок, відправляючись у ліжку одразу після заходу. Політик швидко підрахував, що коли будити влітку на зорі гарматними пострілами і церковними дзвонами містян, Франція може заощадити доволі велику суму. У 1895 році астроном та ентомолог Джордж Вернон Хадсон (Нова Зеландія) пропонує двогодинний зсув часу для збереження світлих годин доби, його стаття була опублікована у 1898 році. Вільям Уїллет (Великобританія) у 1907 році висунув пропозицію переводити стрілки годинника на 80 хвилин вперед - по 20 хвилин кожену неділю квітня (літній час) і аналогічно назад у вересні (повернення до стандартного часу). Це мало б зекономити до 2,5 млн фунтів [2, 3]. Але широке визнання літнього часу відбулося в період Першої світової війни. Так у Європі першими його переваги застосували Німеччина та її союзники, сталося це в 1916 році. Поступово їх приклад наслідували Великобританія, Росія та США. Далі зміну часу органи влади виключали або застосовували залежно від політичної та економічної ситуації в країні.

Розглядаючи карту часових поясів не важко помітити, що ефективне використання літнього часу можливе лише в межах широт від  $30^\circ$  до  $55^\circ$ , бо з наближенням до екватору різниця між змінами пір року та тривалістю дня і ночі менш виражена, а ближче до полюсів спостерігаються полярні день та ніч. Географічна широта вимірюється від екватора вздовж меридіана до відповідного пункту земної поверхні [4].

Повернемося до питання ресурсокористування та економії. Вчені університету Осаки в 2007 році розробили комп'ютерну модель для розрахунку сезонних переведень часу, яка показала відсутність помітної економії енергії. Того ж року вчені Кембриджського університету з'ясували, що перехід на літній час не зменшує, а навпаки стимулює рівень споживання електроенергії. Такі результати легко пояснити сучасним технічним прогресом. У наших будинках більша частина електроенергії споживається далеко не освітленням, а великою кількістю вже незамінних електроприладів, на використання яких не впливає час та сезон. Тобто зекономити, переводячи стрілки годинника, вже не вийде [5].

Сезонна зміна часу впливає на здоров'я людини. У перші дні адаптації не рідкість головні болі, зниження концентрації уваги, тривалості та якості сну, загострення хронічних хвороб тощо. Частіше порушення біологічного годинника проявляється в дітей, характерні симптоми:

небажання спати або зайва сонливість, швидка стомлюваність, відсутність апетиту, поганий настрій.

На території нашої держави діє час *UTC+2 (Coordinated Universal Time* - всесвітній координований час) і включає перехід на літній час - *UTC+3*, оскільки близько 85% території дійсно перебуває в другому часовому поясі, але захід на 1' 30" заходить на перший пояс, а схід – на 11" виступає на третій, що і викликає розбіжність в часі між адміністративними областями. У 2020 році до Верховної Ради України було внесено проект закону від 9 жовтня 2020 року "Про обчислення часу в Україні", який передбачає відмову від сезонного переходу часу з 2021 року (курс на євроінтеграцію) [6]. З 1996 року сезонні зміни часу періодично впроваджувались і припинялись під впливом різних чинників.

Досвід країн, які вже відмовились від літнього часу показав, що можна користуватись єдиним часом протягом року без шкоди інтересам населення. Закордонні підприємства та установи зміщують час початку робочого дня залежно від специфіки діяльності та пори року.

Отже, нині перехід на літній час може забезпечити лише малий відсоток економії енергетичних ресурсів (від 1 до 3%). Більшість країн світу підтримують ідею єдиного часу протягом року, тому втрачається сенс у синхронізації в межах певної території. Негативний вплив на здоров'я населення є підтвердженим, а період адаптації доволі тривалий – до трьох тижнів. Тому переведення годинників поступово стає даниною традиції, втрачає дієвість в забезпеченні своєї головної мети – економії ресурсів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Пришляк М.П. Астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Яцківа Я.С.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти Харків: Ранок, 2019. 144 с.
2. Літній час. Вікіпедія:веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/og8vww1> (дата звернення 31.10.2020).
3. Ваннер И., Фройнд А. Зимнее и летнее время: история одной безобидной шутки. DW Madefor minds: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/wg8vix7> (дата звернення 1.11.2020).
4. Андрієвський С.М., Климишин І.А. Курс загальної астрономії : навч. посіб. Одеса: Астропринт, 2007. 480 с.
5. Корольчук М. Літній час: навіщо ми переводимо годинники і як допомогти дитині адаптуватися? Learning.ua: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/ng8vadf> (дата звернення 2.11.2020).
6. Час в Україні. Вікіпедія:веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/cg8vfvUB> (дата звернення 1.11.2020).

*Хуторна Анна Вячеславівна*

магістрантка 2-го р.н  
спеціальності 104 Фізика та астрономія

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* к.п.н., доц. Кириленко О.І.

#### **Уявлення про Всесвіт Стівена Хокінга**

Британський фізик-теоретик Стівен Хокінг став одним з найбільш шанованих і відомих вчених свого часу, недивлячись на важке нейродегенеративне захворювання. Він помер 14 березня 2018р. в Кембриджі, у власному будинку, у віці 76 років

Маючи надзвичайне почуття гумору, він став популяризатором науки і завжди намагався, щоб кожний громадянин мав доступ до його праць. Так книга "Коротка історія часу", видана в 1988 році, стала світовим бестселером, і проголошена путівником по космології. За 20 років

було продано більше десяти мільйонів екземплярів цієї книги, хоча самому автору було відомо, що її охрестили "найпопулярнішою книгою, яку ніколи не читали", але це не завадило їй здобути надзвичайну полярність серед любителів книг.

На відміну від багатьох наукових дослідників Хокінг завжди турбувався, чи зможуть зрозуміти його прості люди, які не пов'язані з наукою.

Стівен Хокінг народився в Оксфорді 8 січня 1942 року. Хокінг ріс в Лондоні і Сент-Олбансі і, закінчивши Оксфордський університет зі ступенем бакалавра з фізики, перебрався в Кембридж, щоб вивчати космологію[3].

Хокінг- автор теорії про випаровування чорних дір. Відповідно до цієї теорії, чорна діра не тільки поглинає все навколо себе, але і сама випускає різні частки, що в підсумку призводить до її зникнення[3].

Сам процес коли чорна діра випромінює елементарні частинки, як описував Хокінг, отримав назву "випромінювання Хокінга".

Але саме ці його теорії що стосувалися «всього» і приписуючи те що Всесвіт розвивається точно за визначеними законами, привернула до нього найбільшу увагу як наукового так і звичайного суспільства.

"Цей повний звід законів може дати нам відповіді на такі питання, як походження Всесвіту. Куди вона рухається, і чи є у неї кінець? Якщо так, то яким він буде? Якщо ми знайдемо відповіді на ці питання, то по-справжньому проникне в божественний задум ", - говорив він[3].

Всупереч того, що його хвороба прогресувала, вчений продовжував викладати математику в Кембриджському університеті, а в 2001 р була випущена в світ його друга книга - "Світ в горіховій шкаралупі".

У 2007 році Хокінг став першим в світі паралітиком, який випробував невагомість в спеціальному літаку, де створюється нульова гравітація. Він говорив, що зробив це для того, щоб підвищити інтерес суспільства до космічних подорожей.

"Я думаю, що життя на Землі постійно знаходиться під загрозою знищення, наприклад, в результаті ядерної війни, генетичного вірусу або інших трагедій. Я думаю, що у людства немає майбутнього, якщо воно не відправиться в космос. Так що я хочу підвищити суспільний інтерес до космосу ", - відзначав Хокінг [3].

Знаменитий фізик все життя намагався поєднати теорію гравітації і квантову теорію, мріяв про польоти в космос і не раз говорив про те, що майбутнє людства залежить від того, чи зможе воно підкорити його.

Всесвіт з'явилася після Великого вибуху, але що було до нього? Стівен Хокінг шукав відповідь на це питання все життя і лише за кілька днів до смерті оформив його. До Великого вибуху весь Всесвіт був стиснут до розміру одного атома. Цей об'єкт фізики називають космологічна сингулярність[1].

Дуже багато часу Хокінг приділив дослідженню чорних дір, а саме процесу їх загибелі який назвали в його честь.

Він теоретично передбачив випромінювання чорних дір, через яке вони поступово випаровуються, втрачаючи масу, а значить, і інформацію про те що до неї потрапило. Це відкриття отримало назву - "випромінювання Хокінга". Згідно із загальноприйнятим уявленням, спостерігач ззовні не може заглянути всередину чорної діри і отримати будь-яку інформацію про об'єкти, що знаходяться за її горизонтом. Однак теоретично випромінювання Хокінга дозволяє заглянути всередину чорної діри, тобто визначити її внутрішній простір[2].

Випромінювання Хокінга не є визначається результатом руху зарядів. Воно виникає при зміні властивостей вакууму в результаті формування чорної діри. Якщо заряди і маси

народжують тільки гравітаційні і електромагнітні хвилі, то в результаті квантового випромінювання Хокінга можуть з'явитися електрони, позитрони, протони і інші малі частинки[2].

Хокінг доступно і простою мовою для всіх, спробував спростувати постулат про незмінність Всесвіту. *"У світлі від далеких галактик відбувається зміщення в бік червоної частини спектра. Це означає, що вони віддаляються від нас, що Всесвіт розширюється"*, - писав вчений[2].

Хокінг вважає, що у реальному часі, в якому ми живемо, у Всесвіті є дві можливі долі. Він може продовжувати розширюватися вічно, або ж він може почати стискатися, і припинити своє існування в момент «великого сплюснення». Це буде схоже на великий вибух, тільки – навпаки.[2].

На думку Стівена Хокінга, у Всесвіті все-таки буде свій кінець, і людству не залишиться іншого вибору, як підкорювати космос і освоювати нові планети, і почати слід, на думку вченого, з Місяця та Марса, а там уже і про інші планети піде мова. Він до останнього вважав, що підкорення і розселення в космосі повністю змінить майбутнє людства. Чи буде взагалі у людства майбутнє. Ми вступаємо в нову космічну епоху, стверджував Хокінг. Колонізація і заселення інших планет людиною - це вже не наукова фантастика, це може стати науковим фактом та реальністю [2].

#### **Список використаних джерел:**

1. Как Стивен Хокинг изменил наше представление о Вселенной: веб-сайт.URL:<https://www.sb.by/articles/kak-stiven-khoking-izmenil-nashe-predstavlenie-o-vselennoy.html>
2. Основные идеи Стивена Хокинга: веб-сайт.URL: <https://www.interfax.ru/world/603477>
3. Стивен Хокинг: ученый, изменивший наше представление о Вселенной: веб-сайт. URL: <https://www.bbc.com/russian/features-43358876>

**Яцина Дмитро Віталійович**

студент 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ ім. М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* д.ф.-м. наук, професор Тартачник В.П.

## **ВИКОРИСТАННЯ РАДІАЦІЇ У НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Відкриття радіонуклідів, радіобіології та її напрямків відкрило для різних сфер діяльності людини багато нових можливостей. До прикладу, ми можемо спостерігати закономірності радіобіологічних ефектів у медицині, сільському господарстві, фармацевтичній та харчовій промисловостях та інших. Але для використання їх на практиці потрібно не тільки знати їхні особливості, а й розробити спеціальні операції та прийоми для створення нової опромінювальної техніки. При такому комплексному розвитку науки, технології і техніки в радіобіології виникла нова область – прикладна радіобіологія. Саме вона забезпечує радіаційну безпеку людини, використовуючи результати фундаментальних досліджень радіобіологічних явищ для створення нових приладів і установок опромінення живих об'єктів. Так у поєднанні технічних наук і радіобіології виникла цілий ряд радіаційно-біологічних технологій (РБТ).

Радіаційно-біологічна технологія – це технологія, які на певному етапі застосовує опромінення живих організмів іонізуючою радіацією. І сотні технологій вже повноцінно використовуються у сільському господарстві, зокрема у рослинництві, тваринності, та у медицині. Але так як кожна сфера діяльності потребує різної потужності та різних технологічних можливостей створюються нові джерела іонізуючих випромінювань. Хоча діапазон, у якому працюють радіаційно-біологічні технології, доволі широкий - він охоплює дози від декількох десятків Грея (сантиГреї), які застосовують з метою стимуляції росту і розвитку вегетуючих рослин і тварин, до декількох мільйонів Греї, які використовують для опромінення грубих кормів, що містять целюлозу, з метою покращення їх поживних цінностей.

Якщо говорити про сільське господарство, то радіобіологія знайшла більше своє застосування у рослинництві, чим у тваринництві.

Протягом дуже довгого часового проміжку використовувались лише рентгенівські апарати з малою потужністю та дуже дорогі препарати радію, що значно гальмувало застосування випромінювань у народному господарстві. Але після винайдення штучних радіоактивних ізотопів, почалось масове виробництво відносно не дорогих джерел високих енергій. Поясненням широкого застосування рентгенівських,  $\gamma$ -,  $\beta$ -, електронних і нейтронних випромінювань є їхні характеристики: тривалий період піврозпаду (відповідно, 5,3 та 30 років); висока проникаюча здатність випромінювань; відсутність наведеної радіоактивності у опромінених об'єктів, можливість створення джерел будь-якої питомої активності від часток до тисяч кюрі на грам і сприятливі з технологічної точки зору властивості джерел, які дають змогу довго експлуатувати їх в установках різного типу за мінімальних витрат енергії.

У світовому рослинництві зараз використовують близько 30 різних радіаційно-біологічних технологій. Кілька з них активно використовуються в Україні. Після того, як біологи зрозуміли, що відкриття ефекту радіаційної стимуляції дає можливість збільшити урожайність сільськогосподарських рослин, вони створили радіаційно-біологічну технологію – передпосівне опромінення насіння. Саме вона дала змогу прискорити ріст та розвиток рослин, скоротити період вегетації, збільшити урожай (у деяких випадках на 30-40%) та покращити якість плодів. Створені спеціальні пересувні установки для опромінення насіння в польових умовах.

Варто також зазначити і опромінення живців рослин, що є доволі перспективним. Така радіаційно-біологічна технологія підходить для рослин, що розмножуються вегетативно. Наприклад, опромінення чубуків винограду, живців агрусу, чорної і червоної смородини в дозах 2–5 Гр стимулює процес коренеутворення, посилює наступний ріст і розвиток коренів і пагонів, активізує інтенсивність дихання і фотосинтезу, що забезпечує підвищення урожайності більш, як у 1,5 рази.

Відкриття мутагенної дії іонізуючих випромінювань дало нам можливість отримувати нові сорти рослин. Отримання нових видів сільськогосподарських культур виконується у два етапи:

- отримання нових мутантних форм після опромінення, які потім, використовуючи деякі прийоми і методи, утворюють нові сорти;
- випробування сорту та подальше його розмноження.

Але це не єдиний тип іонізованого випромінювання, який використовується для радіаційного мутагенезу.

Наступною проблемою сільського господарства, рішення якої стала технологія радіобіології, є той факт, що після збирання урожаю велика кількість просто загниває через різні мікроорганізми. Хоча нам і відомі інші способи продовження «життя» продуктів (нагрівання, охолодження, хімічна обробка), але вони псують якість. Тут і допомагає іонізуюча радіація, яка

сповільнюю або взагалі припиняє активність мікрофлори. Також уже винайдені радіаційно-біологічні технології, які проводяться статево стерилізацію комах-шкідників, дезінсекцію продукції рослинництва і плодівництва, зокрема, борошна, круп, сушених овочів, фруктів, грибів, лікарських трав.

Але радіобіологія не зупинилась на рослинництві, але й знайшла своє місце у тваринництві. Хоча має менші масштаби через мала "технологічність" для цілей багатьох об'єктів тваринництва. Все ж таки великих результатів було досягнуто у птахівництві, використовуючи стимулюючу дію випромінювань. Метод радіаційного мутагенезу також не набув широкого застосування.

Радіаційна технологія знайшла місце і для строків зберігання продукції тваринництва. У багатьох країнах іонізуючі випромінювання використовують для подовження строків зберігання не тільки продукції рослинництва, а й продукції тваринництва, і в першу чергу м'яса і м'ясних продуктів, особливо при тривалому транспортуванні. При цьому її товарні якості не знижуються. Така радіаційна технологія дезінфекції продукції тваринництва у порівнянні з хімічною-вологим способом дезінфекції отруйними речовинами підвищує продуктивність праці в десятки разів за рахунок швидкості обробки, можливості опромінення продукції в уже упакованому вигляді.

Аналізуючи всі досягнуті результати у області використання радіації у сільському господарстві, можна зрозуміти, що швидкість розвитку радіобіології дуже велика і з кожним роком ми бачимо все новіші і досконаліші радіаційно-біологічні технології, які є основою для багато нових установок.

#### **Список використаних джерел:**

1. Давиденко В. М. Радіобіологія / В. М. Давиденко. - Миколаїв: Видав. МДАУ. - 2011.-265 с
2. Гудков І. М. Сільськогосподарська радіобіологія / І. М. Гудков, М. М. Віннічук. - Житомир: Вид-во ДАУ. 2003. - 470 с
3. Кічно В. О. Основи радіобіології та радіоекології: Навч. посіб. - 2-е видання / В. О. Кічно, С. В. Поліщук, І. М. Гудков. - К.: «Хай-Тек Прес», 2009. - 320 с.
4. Кутлахмедов Ю.О. Основи радіоекології: Навч. посіб. / Ю. О. Кутлахмедов, В.І. Корогодін, В.К. Кольтовер; За ред. В.І. Зогова. - К.: Вища шк., 2003. - 319 с.
5. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Радіобіологія>
6. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/4267367/page:56/>
7. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://msn.khnu.km.ua/pluginfile.php/419970/mod\\_resource/content/Радіобіологія2011.pdf](https://msn.khnu.km.ua/pluginfile.php/419970/mod_resource/content/Радіобіологія2011.pdf)
8. Електронний ресурс. Режим доступу: [http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/3901/3/Silscogospodarska\\_radiobiologia.pdf](http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/3901/3/Silscogospodarska_radiobiologia.pdf)

**Яцина Дмитро Віталійович**

студент 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта Фізика

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник: к.п.н., доц. Кириленко О.І.

#### **ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕЛЕСКОПУ**

Телескоп (заст. — далекогляд) – прилад для спостереження віддалених об'єктів. Саме він зменшує відстань між нами і далекими зірками та саме він допомагає нам вже краще дослідити космос, бо життя на Землі повністю залежне від нього.[1]

Перші пристрої схожі на сучасний телескоп з'явилися на початку сімнадцятого століття. Хто його винайшов? Щодо цього і досі сперечаються історики, бо і Галілей, і Ліпперсхей приблизно одночасно вели розробки схожих оптичних пристроїв.

У 1608 р. велись військові переговори і армія шукала нові пристрої, які б принесли їм перемогу. Тоді вони і звернули увагу на окуляри, які були зроблені для тодішньої знані за авторства Ліпперсхея. Так як вони допомагали побачити віддалені предмети поблизу, вченому було запропоновано, не закріплюючи авторські права за пристроєм, допрацювати його для зручності, щоб в нього можна було дивитись двома очима. Ліпперсхей погодився і далі почав працювати на своїм винаходом.

Розробка вченого не довго залишалась секретом, бо про неї тут же написали журналісти у місцевих газетах. Тоді це й винахід, у якому використовувалось дві лінзи, які дозволяли збільшити об'єкти, назвали зоровою трубою. А вже з 1609 року по всьому Парижу великими тиражами продавали труби з триразовим збільшенням. Більше інформації про праці і винаходи Ліпперсхея немає.

У той же час, 1609 році Галілео займається шліфуванням лінз і показує світові свою нову розробку – телескоп з триразовим збільшенням. На відміну від телескопу Ліпперсхея, телескоп Галілея був більш точнішим і давав якісніше зображення.

У XVII столітті виготовленням телескопів займалися голландські вчені, але їх якісь була дуже низькою. І саме Галілей знайшов таку методику шліфування лінз, яка дозволила спостерігати за об'єктами без втрати якості зображення. Йому вдалося зробити прорив у науці своїм телескопом зі двадцятикратним збільшенням. Тому виходячи з цих фактів, не можливо чітко сказати, хто винайшов телескоп: офіційна версія – Галілео, бо саме його, представлений світові, пристрій мав назву «телескоп», але якщо порівнювати створення оптичного прикладу для збільшення об'єктів, то Ліпперсхей був першим.

Поява першого телескопа стала дорогою для нових відкриттів у астрономії. Використовуючи свій пристрій, Галілей відстежував небесні тіла. Саме він першим побачив і зобразив місячні кратери, плями на Сонці, а також роздивився об'єкти Чумацького шляху, супутники Юпітера. Телескоп, який працює за таким ж принципом, як і телескоп Галілея, знаходиться у Йоркській обсерваторії і справно виконує своє призначення.[2]

Протягом століть вчені постійно змінювали пристрою телескопів, розробляли нові моделі, покращували кратність збільшення. В результаті вдалося створити малі і великі телескопи, які мають різне призначення.

Зовні оптичний телескоп представляє із себе трубу, встановлену на монтуванні, але у середині він представляє з себе оптичну систему, яка складається з кількох оптичних елементів (лінз, дзеркал). Телескопи, які побудовані на основі лінзової оптичної системи (діоптричної), називають рефракторами. Телескопи із дзеркальною (катоптичною) системою називають рефлекторами. Більшість сучасних наземних телескопів сконцентровані у кількох місцях земної кулі. [3]

Оскільки атмосфера Землі заважає спостереженням із її поверхні, то з початком космічної ери почали створювати орбітальні телескопи. Найбільш відомий космічний телескоп сучасності – телескоп Хаббл – американський оптичний телескоп, розміщений на навколоремній орбіті. Його наступник James Webb Space Telescope буде запущений 2021 року. У списку головних завдань телескопа – 2100 спостережень за планетами й малими тілами Сонячної системи, екзопланетами й протопланетними дисками, галактиками, квазарами.

Відомо, що крім простих оптичних моделей, призначених для астрометрії та астрофізики, існують радіотелескопи, а також моделі, що працюють в умовах рентгенівського та інфрачервоного випромінювання. До речі, будь-який радіотелескоп, на відміну від свого

оптичного «колеги», абсолютно на нього не схожий. Однак незважаючи на це, з основних призначень телескопа можна виділити:

1) Збір слабого випромінювання від космічних об'єктів на приймальні пристрої (око, фотографічну пластинку, спектрограф та ін.), що дозволяє побачити темнітіла;

2) Побудова у фокальній площині зображень об'єкта або певної ділянки неба, що дозволяє зафіксувати його;

3) Можливість розрізняти об'єкти, розташовані на близькій кутовій відстані один від одного, що зливаються під час спостережень неозброєним оком.

Зіниця людського ока працює за принципом діафрагми фотоапарату. У темряві зіниця збільшується (до 6-7 мм), щоб спіймати більше світла, а при збільшенні яскравості зіниця починає звужуватись. Але діаметру зіниці у повній темноті вистачає лише щоб побачити зірки, не слабших 8-ї зоряної величини. Тому телескоп виконує імітацію людського ока, але збираючи набагато більше світла за рахунок великого отвору (вихідної зіниці).

### Список використаних джерел:

1. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Телескоп>
2. С. И. Вавилов. Галилей в истории оптики // УФН. — 1964. — Т. 64. — № 8. — С. 583—615
3. Телескоп оптичний // Астрономічний енциклопедичний словник / за заг. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. — Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. — С. 471.
4. Ландсберг Г. С. Оптика. — 6-е изд. — М.: Физматлит, 2003. — С. 303. — 848 с.
5. В. А. Гуриков. История создания телескопа. Историко-астрономические исследования, XV / Отв. ред. Л. Е. Майстров — М., Наука, 1980
6. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/vg7aleb>
7. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/fg7ajLA>

*Яцина Дмитро Віталійович*

студент 4 курсу

спеціальності 014 Середня освіта Фізика

Фізико-математичного факультету

НПУ ім. М.П. Драгоманова

*Науковий керівник:* доктор філософ. наук, проф. Вернидуб Р.М.

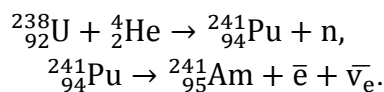
## ТРАНСУРАНОВІ ЕЛЕМЕНТИ

Трансуранові елементи — це радіоактивні хімічні елементи, які розташовані в періодичній системі Д. І. Менделєєва за ураном, тобто з атомним номером більшим 92. Ряд трансуранових елементів включає нептуній (Np, 93), плутоній (Pu, 94), америцій (Am, 95), кюрій (Cm, 96), берклій (Bk, 97), каліфорній (Cf, 98), ейнштейній (Es, 99), фермій (Fm, 100), менделевій (Md, 101), нобелій (No, 102) і лоуренсій (Lr, 103). Одинадцять цих трансуранових елементів називають актиноїдами. До 2016 року були синтезовані також трансактиноїди з порядковими номерами від 104 до 118: резерфордій (Rf, 104), дубній (Db, 105), сиборгій (Sg, 106), борій (Bh, 107), хассій (Hs, 108), мейтнерій (Mt, 109), дармштадтій (Ds, 110), рентгеній (Rg, 111), коперніцій (Cn, 112), ніхоній (Nh, 113), флеровій (Fl, 114), московій (Mc, 115), ліверморій (Lv, 116), теннессін (Ts, 117), оганесон (Og, 118). Всі елементи трансуранового ряду отримані штучним шляхом в результаті ядерних реакцій [1].

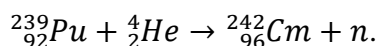
У ізотопів трансуранового ряду можливі чотири види радіоактивних перетворень:  $\alpha$ -розпад, захоплення електрона,  $\beta$ -розпад і спонтанне ділення.

Хімічні елементи з порядковими номерами 93 та 94 були отримані в результаті опромінення  $^{238}\text{U}$  нейтронами. В результаті  $\beta$ -розпаду ізотопу  $^{239}\text{U}$  ( $Z = 92$ ) утворюється ізотоп непуноію  $^{239}\text{Np}$  ( $Z = 93$ ), який потім шляхом  $\beta$ -розпаду, перетворюється в ізотоп плутонію  $^{239}\text{Pu}$  ( $Z = 94$ ).

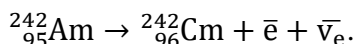
Хімічний елемент з атомним номером  $Z = 95$ , америцій, був отриманий в 1944 році в результаті реакції:



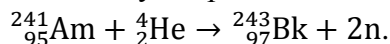
Четвертий трансурановий елемент кюрій ( $Z = 95$ ) також був отриманий в 1944 році в результаті реакції:



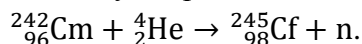
Це ядро є  $\alpha$ -випромінювачем з періодом напіврозпаду 162.79 дня. Кюрій було потім виявлено як продукт  $\beta$ -розпаду  $^{242}\text{Am}$ :



Елемент з порядковим номером  $Z = 97$  був отриманий в 1949 році і названий берклій:

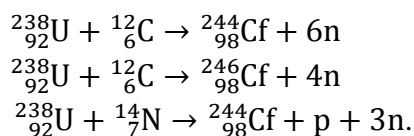


Хімічний елемент каліфорній з  $Z = 98$  був отриманий в 1950 році в реакції:



Цей хімічний елемент був виділений в кількості 5000 атомів і утворився в результаті опромінення приблизно  $10^{-6}$  грама кюрію.

Ряд ізотопів каліфорнію було отриманий шляхом бомбардування  $^{238}\text{U}$  пучками важких іонів вуглецю і азоту:



Перші трансуранові елементи, як зазначалося, були отримані в результаті опромінення  $^{238}\text{U}$  нейтронами. В результаті захоплення нейтрона і подальшого  $\beta$ -розпаду заряд початкового ядра збільшується на одиницю. Зі створенням ядерних реакторів великої потужності стало можливим накопичувати необхідні кількості трансуранових елементів і використовувати їх в якості мішеней для просування до великих  $Z$  шляхом опромінення на циклотронах легкими зарядженими частинками. Зокрема, у такий спосіб вдалося отримати досить великі кількості ізотопу  $^{239}\text{Pu}$ , так як період напіврозпаду його становить  $2.4 \cdot 10^4$  років. Елементи з  $Z = 96-98$  були отримані вперше в результаті опромінення трансуранових мішеней  $\alpha$ -частинками [2].

Використання ядерних реакторів з великим потоком нейтронів дозволяє отримувати трансуранові елементи шляхом послідовного захоплення декількох нейтронів. Якщо в якості вихідної речовини, що опромінюється в ядерному реакторі, вибрати ізотоп  $^{239}\text{Pu}$ , то послідовно утворюється ряд ізотопів.

Таким чином можна просунути в область  $Z = 97-98$ . Ланцюжок буде обриватися на ізотопі  $^{252}\text{Cf}$ , оскільки утворений в результаті захоплення нейтронів ізотоп  $^{253}\text{Cf}$  є  $\beta$ -випромінювачем і з періодом напіврозпаду 17.8 дня перетворюється в ізотоп  $^{253}\text{Es}$ , розпадається з випусканням  $\alpha$ -частинок ( $T_{1/2} = 20.5$  дня). В результаті тривалого опромінення (близько 100 діб) в реакторі з щільністю потоку нейтронів  $10^{16}$  нейтронів/см<sup>2</sup>/с можна отримати близько одного відсотка ядер ізотопу  $^{252}\text{Cf}$  від початкової кількості  $^{239}\text{Pu}$ .

Вплив трансуранових частинок на істот є шкідливим. Більшість трансуранових елементів є високоактивними  $\alpha$ -випромінювачами, тому вони спричиняють високотоксичний вплив при потраплянні в організм людини або тварини.

Трансуранові елементи мають специфічні властивості. Вони здатні розпадатися шляхом спонтанного ділення. Тому при роботі з трансурановими елементами необхідно враховувати і фактор внутрішнього опромінення, яке являє найбільшу небезпеку у випадку потрапляння ізотопів всередину організму [3].

Більшість трансуранових елементів мають виражені властивості металів, легко піддаються обробці. Всередину людських органів можуть надходити як розчинні, так і нерозчинні сполуки трансуранових елементів.

Характерним для більшості трансуранових елементів є тривала затримка їх в організмі. Одна зі специфічних особливостей трансуранових елементів їх висока питома активність. Висока питома активність цих елементів сприяє утворенню аерозольних гарячих частинок при різних технологічних операціях.

Також ці елементи мають високу біологічну активність. У гострих випадках ураження розвивається типова картина променевої хвороби з вираженими змінами з боку крові та функцій внутрішніх органів. Клінічна картина ураження залежить від введеної кількості радіонукліду і поглиненої тканинної дози.

З усіх трансуранових елементів найбільше застосування знайшов ізотоп  $^{239}\text{Pu}$  в якості ядерного палива.

#### **Список використаних джерел:**

1. Трансуранові елементи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Трансуранові\\_елементи](https://uk.wikipedia.org/wiki/Трансуранові_елементи)
2. Трансурановые элементы [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e167.htm>
3. Токсикология радиоактивных веществ – трансурановые элементы [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://leg.co.ua/arhiv/generaciya/toksikologiya-radioaktivnyh-veschestv/Page-42.html>
4. Опейда Й. Глосарій термінів з хімії / Й.Опейда, О.Швайка. – Донецьк: "Вебер", 2008. – 758 с.
5. Физико-химия актиноидов / А. П. Шпак [и др] ; НАН Украины, Ин-т металлофизики им. Г. В. Курдюмова, Нац. техн. ун-т Украины "Киев. политехн. ин-т". – К. : Академперіодика, 2002. – 258 с.
6. Актиноїди // Велика українська енциклопедія : у 30 т. / упоряд. д.і.н. проф. А. М. Киридон. – К.: Державна наукова установа «Енциклопедичне видавництво», 2016. – Т. 1 : А – Акц. – 592 с.

*Матеріали секційного засідання  
кафедри методології та методики навчання  
фізико-математичних дисциплін  
вищої школи*

**«Сучасні проблеми фізико-математичної  
освіти та науки»**

**(27 листопада 2020 р.)**

**Програма**  
**секційного засідання кафедри методології та методики навчання**  
**фізико-математичних дисциплін вищої школи**  
**«Сучасні питання фізико-математичної освіти і науки»**

**Керівник секції:** к. фіз.-мат. н., професор Горбачук І.Т.

**Секретар:** зав. лабораторії НІТН Мусієнко Ю.А.

*Дата проведення:* 27 листопада 2020 р.

*Початок роботи:* 12<sup>00</sup>

*Zoom-лінк:* <https://us04web.zoom.us/j/8843041285?pwd=b2pzNitjaVVYcFZ2VERkaWtxd294UT09>

Meeting ID: 884 304 1285, Passcode: 828863

1. **Вітальне слово завідувача кафедри проф.Горбачука І.Т.**
2. *Імітаційне моделювання основних показників діяльності підприємства*  
**Корж Руслана Віталіївна, 2 Ммн (1,9)**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Гончаренко Я.В.
3. *Методи оцінювання ризиків діяльності підприємства на основі імітаційного моделювання*  
**Високих Валерія Володимирівна, 2 Ммн (1,9)**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Гончаренко Я.В.
4. *Моделювання показників ефективності використання людського капіталу на прикладі галузі "Інформація та телекомунікації" в Україні*  
**Мороз Валентина Петрівна, 2 Мм (1,9)**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Гончаренко Я.В.
5. *Марс*  
**Куца Дар'я Віталіївна, 2ФСО**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Горбачук І.Т.
6. *Космічна програма «Розетта»*  
**Шклярська Валерія Юріївна, 3 ФСОмн (1,9)**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Горбачук І.Т.
7. *Дослідження і аналіз кредитних ризиків*  
**Рокіцька Ульяна Миколаївна, 1 МФМмп (1,4)**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Гончаренко Я.В.
8. *Моделювання і короткострокове прогнозування валютних курсів*  
**Козачок Світлана Петрівна, 1 МФМмп (1,4)**  
Науковий керівник: к.ф.-м.н., проф. Гончаренко Я.В.
9. *Похідна та її застосування*  
**Шалак Юрій Сергійович, 2 ммзСО (1,4)**  
Науковий керівник: к.філософ.н., доц. Новіцька Т.В.

## МАРС

У наш час тема космосу дуже популярна і, напевне, немає людини, котра б не чула про Марс та наміри вчених дізнатися більше про цю планету або й взагалі населити її. Але для досягнення останнього нам потрібно знати всі особливості червоної планети, а без допоміжних засобів це зробити просто неможливо. Зараз багато країн зацікавлені у створенні апаратів для дослідження Марсу, що вигідно не лише з наукової точки зору, а й з економічної. Тому виділяються ресурси для винайдення потужних і, найголовніше, ефективних планетоходів, точніше марсоходів, через великий інтерес саме до цієї планети.

Може виникнути питання «Чому саме Марс як планета потрапив в поле інтересів для таких масштабних досліджень?» По-перше, Марс – найближча планета серед тих, які мають ресурси, потрібні для підтримки життя. «Ми маємо вирушити на Марс, щоб з'ясувати, чи може людство існувати в межах кількох планет, або ж ми приречені назавжди бути прив'язаними до Землі» – саме так прокоментував подібні питання Роберт Зубрін – аерокосмічний інженер, засновник-ініціатор так званого Марсіанського товариства. По-друге, ця планета була теплішою, тому вода в рідкому стані там була. На ранньому етапі існування Марса умови життя були подібні до тих, які мала Земля. Тож, якщо наші припущення правильні, і життя еволюціонує шляхом перетворення хімічних речовин залежно від певних умов, то на Марсі мало б колись існувати життя. За прикладом Землі, де організми еволюціонували від простих форм до найскладніших, життя може існувати і розвиватися за межами нашої планети. Це можна з'ясувати, вирушивши на Марс. [1]

Для дослідження Марсу використовують марсоходи; розглянемо детальніше деякі з них.

Прилад оцінки прохідності - Марс (Проп-М) — радянські марсоходи, що вперше були створені людиною та доставлені до поверхні Марсу в 1971 році за допомогою АМС «Марс-2» (27 листопада) і «Марс-3» (2 грудня), але свою місію не виконали. «Марс-2» при посадці розбився, а «Марс-3» пропрацював лише 20 секунд (вийшов з ладу через пилову бурю). Апарати Проп-М були призначені для дослідження ґрунту Марса безпосередньо на поверхні [2].

Наступний марсохід – це Sojourner. Марсохід агентства НАСА був запущений 2 грудня 1996 року. Основною метою програми було відпрацювання схеми дешевої посадки; науковою метою було отримання фотографій, дослідження атмосфери та вивчення порід спектроскопом. Під час роботи було передано 16,5 тис. знімків камери посадкового апарата і понад 500 знімків камер марсоходу, проаналізовано 15 зразків порід. Наукові результати дали додаткові підтвердження гіпотези, що колись Марс був «вологішим і теплішим» [3].

Після було відправлено «Спіріт», також відомий як MER-A або MER-2 — марсохід американського космічного агентства NASA, який був запущений до Марса в 2003 році. Планувалося, що марсохід пропрацює 90 сол, але він протримався більше 5 років. З першого ж дня Спіріт почав передавати фотографії поверхні Марсу. Вперше люди змогли побачити Червону планету в кольорі. Також завдяки його роботі світ дізнався про "пилові дияволи" – повітряні вихорі на Марсі [4].

Також неможливо не згадати про Оппорт'юніті. Не кожен чув про його запуск, але кожен чув про припинення місії цього марсоходу. Його було запущено 7 липня 2003 року. Марсохід

відправив на Землю 217 тисяч фотографій, зокрема 15 повноколірних панорам. Завдяки цьому учені змогли детальніше вивчити рельєф Марсу. Також він розкапав та проаналізував десятки зразків порід, дослідив метеорит, а також записав звук вітру. Завдяки пробам ґрунту, виявили багатий на залізо мінерал, який утворюється лише в рідкій воді. Було заплановано, що місія «Оппортьюніті» на Марсі буде тривати 90 сол (92,5 земних діб). Коли від нього було отримано останній сигнал (10 червня 2018 року), він уже пропрацював 5352 сол, тобто 15 земних років і 8 місяців. Цей марсохід став апаратом, який найдовше пропрацював на Марсі [3].

Ще більше секретів Червоної планети розкрив людству марсохід Curiosity (у перекладі українською – "допитливість"). Він приземлився у кратері Гейла у 2012 році і працює досі. Інженери замінили сонячні панелі на сучасні акумулятори, щоб забезпечити марсохід від пилових бур. На його обладку є величезна кількість наукового обладнання, марсохід здатен збирати зразки порід, а також досліджувати їх хімічний склад. Curiosity мав вивчити атмосферу та рельєф Марсу. Також він визначив, що марсіанський ґрунт складається з двох шарів, а мінерали води розташовуються на глибині 40 сантиметрів. Завдяки апарату було визначено середню температуру марсіанського повітря- плюс 3 градуси Цельсія [3].

У цьому році було відправлено 3 марсоходи з США, Китаю та ОАЕ. Три місії в один і той же час – не збіг. Приблизно раз в півтора-два роки планети Сонячної системи шикуються так, що час подорожі до Марсу зменшується з дев'яти до семи місяців, що заощаджує не лише час, але й ракетне паливо. У середині липня таке «вікно» відкрилося.

Марс 2020 — місія за програмою НАСА «Дослідження Марса», що передбачає доставку на червону планету марсохода «Персеверанс». Посадка на Марс очікується 18 лютого 2021 року у кратері Єзеро. Марсохід «Персеверанс» дослідить місцевість на наявність ознак минулого життя, збиратиме зразки ґрунту та порід, використовуючи нові технології, необхідні для подальшого дослідження Марса як автоматичними апаратами, так і людиною [6]. 20 листопада 2020 року «Персеверанс» надіслав на Землю аудіозапис. Звукозапис являє собою вібрації механізму ровера. Цей запис був зроблений для перевірки систем апарату, марсохід спробує відправити на нашу планету, звуки приземлення на Марс.

Тяньвєнь-1 — космічна місія з відправки Китаєм на Марс трьох космічних апаратів: орбітального апарату, посадкової платформи та марсохода (ровера). Місія є астробіологічною, тобто її метою є пошук існування «життя» на Марсі як на поточний момент, так і в минулому, а також дослідження навколишнього середовища. За наслідками роботи орбітера і ровера розроблять топографічні мапи марсіанської поверхні із вказанням характеристик ґрунтів, атмосфери (іоносфери), ділянок водяного льоду та інших зібраних даних. 1 жовтня 2020 року Китайське національне космічне управління опублікувало селфі станції, зроблене відокремлюваною ширококутною камерою, яка знаходиться на зовнішній частині зонда [7].

Об'єднані Арабські Емірати – перша арабська держава, що відправила космічний зонд на Марс. "Аль-Амаль" ("Надія") – назва апарату, який було піднято японською ракетою-носієм з космодрому на острові Танегасіма вранці у понеділок 20 липня. Метою місії ОАЕ на Марсі є вивчення атмосфери, зміни пір року і кліматичних умов. Також вперше проведе вивчення нижніх шарів атмосфери, де формується марсіанська погода, у тому числі пилові бурі [2].

Науковці всього світу розглядають можливість дослідження планети Марс не тільки як майбутню колонію для людей; перш за все, це пошук нових наукових рішень складних технологічних завдань, які виникають на планеті Земля. Командою науковців, згуртованою Ілоном Маском, створена альтернатива доставки космічних вантажів до Міжнародної космічної станції, адже довгий час монополія доставки була винятково російська.

Завдяки тому, що для дослідження Марсу потрібні потужні апарати, несприйнятливі до пилових бурь, розвиток науки в цій сфері пішов різко вгору, інженери всього світу намагаються

створити кращі марсоходи. Технології не стоять на місці, і якщо після другої світової війни між країнами була «гонка озброєнь», то на сьогодні, можна сказати, почалися перегони технологій.

#### **Список використаних джерел:**

1. Дацюк О. Чому нам всім треба на Марс: інтерв'ю з дослідником космосу Робертом Зубріним. – URL: <https://inspired.com.ua/creative/technology/chomu-nam-vsime-treba-na-mars/> (дата звернення 20.11.2020)
2. Прилад оцінки прохідності-Марс. [Електронний ресурс] / Вікіпедія : вільна енциклопедія. – URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Прилад\\_оцінки\\_прохідності-Марс](https://uk.wikipedia.org/wiki/Прилад_оцінки_прохідності-Марс) ( дата звернення 20.11.2020)
3. Орехова В. Пошуки життя на Марсі: місії nasa, які змінили уявлення про червону планету. –URL: <https://www.5.ua/nauka/poshuky-zhyttia-na-mars-i-misii-nasa-iaki-zminyly-uvavlennia-pro-chervonu-planetu-220532.html> ( дата звернення 21.11.2020)
4. Спіріт (марсохід) [Електронний ресурс] / Вікіпедія : вільна енциклопедія. – URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Спіріт\\_\(марсохід\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Спіріт_(марсохід)) (дата звернення 19.11.2020)
5. Оппорт'юніті [Електронний ресурс] / Вікіпедія : вільна енциклопедія. – Режим доступу : URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Оппорт'юніті> (дата звернення 21.11.2020)
6. Марс. [Електронний ресурс] / Вікіпедія: вільна енциклопедія. – URL: [https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Марс\\_2020](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Марс_2020) (дата звернення 20.11.2020)
7. Тяньвень-1. [Електронний ресурс] / Вікіпедія: вільна енциклопедія. – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Тяньвень-1> ( дата звернення 20.11.2020)
8. Одразу три країни відправили свої місії на Марс. – URL: <https://ua.112.ua/golovni-novyni/odrazu-try-krainy-vidpravliaiut-svoi-misii-na-mars-chomu-same-zaraz-i-choho-khochut-dosiahty-ssha-kytai-i-oae-543251.html> ( дата звернення 20.11.2020)

**Шклярська Валерія Юрївна**

студентка 3 курсу

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П. Драгоманова

Науковий керівник : кандидат фіз.-мат. наук, проф. Горбачук І.Т.

#### **КОСМІЧНА ПРОГРАМА «РОЗЕТТА»**

Понад два роки світ слідкував за одним із найвіддаленіших районів нашої галактики. За мільйони кілометрів від Землі космічний зонд вперше приземлився на комету 67P/Чурюмова-Герасименко.

Двоє українських вчених в 1969 році спостерігали за небесними тілами в Алма-Атинській обсерваторії. У тій експедиції вони спостерігали за кометою Комас Сола, результати спостереження знімали на великі фотопластинки. Згодом на одному із знімків вони помітили якийсь дефект біля комети, тому що форма й інші параметри комети відрізнялися від того, що вони очікували побачити. Вже в Києві при опрацюванні відзнятого матеріалу такий же дефект помітили ще на шести знімках. Це могла бути нова комета. Надіслали отримані дані в Бюро астрономічних спостережень у США, і там підтвердили, що це нова комета, якій дали назву «Комета 67P/Чурюмова-Герасименко».

Через 35 років після відкриття комети її вибрали з двох сотень претендентів для дослідження, покликаною пролити світло на історію зародження Сонячної системи. Спочатку запуск «Розетти» було заплановано на 12 січня 2003 року на комету Виртанета. Але у грудні

2002 року сталася відмова двигунів під час запуску ракети-носія «Аріан-5», тому запуск апарату було перенесено. А пропуск стартового вікна призвів до розробки нової програми польоту до комети 67P/Чурюмова-Герасименко. [1]

2 березня 2004 року для дослідження комети 67P/Чурюмова-Герасименко був запущений космічний апарат «Розетта» ( мал.1). «Розетта» – це космічний апарат, який складається з двох частин: зонду «Розетта», що вийшов на орбіту комети, та спускового апарату «Філі».

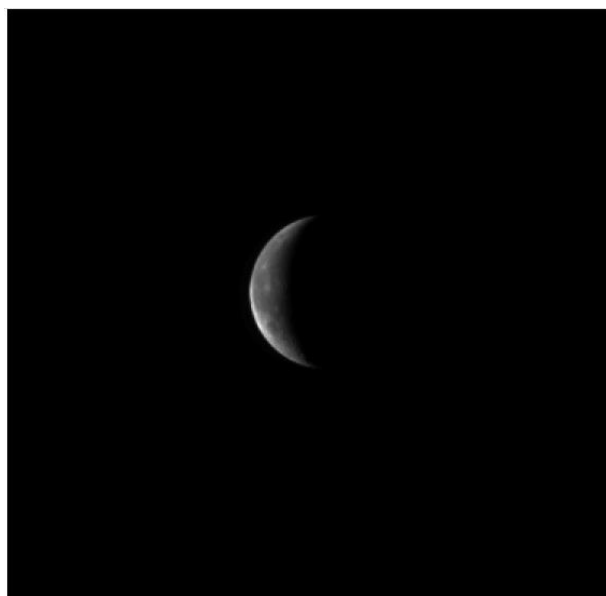


Мал. 1

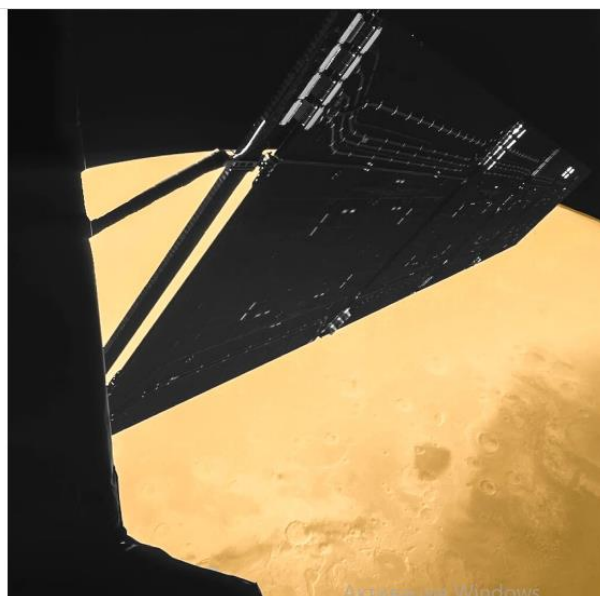
Назва «Розетти» пішла від Розетського каменю – кам'яної плити з вибитими на ній ідентичними за змістом текстами, два з них написані давньоєгипетською мовою, а третій давньогрецькою мовою. Порівнюючи тексти Розетського каменю, вчені знайшли ключові розшифрування давньоєгипетських ієрогліфів. Аналогічно за допомогою космічного апарату вчені сподіваються дізнатися, як виглядала Сонячна система до того, як сформувалися планети.

Політ до комети стартував 2 березня 2004 року. В основі траєкторії польоту лежав принцип гравітаційного маневру, що дало можливість знизити витрати на паливо за рахунок використання гравітаційних полів Сонця, Землі, Марсу. Спочатку міжпланетна станція рушила до Сонця і облетіла його. У березні 2005 року апарат пролетів поблизу Землі і на висоті біля двох тисяч кілометрів зробив чорно-білий знімок Місяця ( мал.2).

У лютому 2007 року апарат досягнув Марса та пройшов повз нього на висоті 1000 кілометрів зробивши два фото (мал. 3).



Мал 2.



Мал.3

У листопаді 2007 року апарат знову пройшов повз Землю, а 5 вересня 2008 року пройшов близько 800 кілометрів від астероїду Штейнс (мал.4), фотографуючи та вивчаючи його за допомогою 15-ти різних приладів [2].

Перед зустріччю з найголовнішою ціллю – кометою 67P/Чурюмової-Герасименко апарат 13 листопада 2009 року в третій і останній раз пролетів повз Землю, зробивши знімки на висоті 633 000 кілометрів. Покинувши Землю 10 червня 2010 року апарат перебував у головному поясі між Марсом і Юпітером та пройшов поряд з астероїдом Лютеції. На момент польоту апарат довелося перевести в режим глибокого сну. Це було ризиковане рішення, так як розбудити апарат було б неможливо, але вченим потрібно було на це піти. Зустріч з кометою мала відбутися на відстані 800 000 000 кілометрів від Сонця. А здійснюючи постійний зв'язок сонячні панелі не змогли б забезпечити апарат достатньою енергією. Коли апарат знаходився на відстані 500 000 000 кілометрів від Землі майже всі його системи були вимкнені. Останній сигнал від апарата «Розетта» був отриманий 8 червня 2011 року і з цього часу вся енергія, отримана від Сонця, йшла на обігрів системи внутрішнього апарата, бортового комп'ютера. «Розетта» повинна була прокинутися сама через 31 місяць від внутрішнього таймера.

20 січня 2014 року «Розетта» прокинулася і знаходилась від комети на відстані лише 2 000 000 кілометри. Для наближення та вивчення комети здалеку «Розетті» потрібно було п'ять місяців.

12 листопада 2014 року зонд «Розетти» скинув на поверхню комети апарат «Філі», який після трьох невдалих стрибків по поверхні небесного тіла все ж таки зупинився і залишився на місці.



Мал. 4



Найцікавішим відкриттям стали дані про те, що на кометі є вода. При чому вона має інші властивості, ніж на Землі. Виявилось, що вода на 67P містить більше ізоотопу водню, ніж на нашій планеті. Також на кометі знайдено гліцерин та інші складні органічні сполуки. Дослідникам вдалося підібратися до відповіді на питання виникнення комети. У структурі 67P були знайдені невеликі округлі блоки. Припускається, що це первинні будівельні елементи, які з'єдналися разом та створили комету мільярди років назад. Також знайшли докази того, що

незвичайна форма комети (яку ще називають «резинова качка») спричинена злиттям декількох комет. Ще дані «Філі» показали, що магнітного поля на кометі немає, а отже, воно не могло бути фактором, який змусив частини об'єднатися.

**Список використаної літератури:**

1. Розетта (космічний апарат). – Електронний ресурс: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Розетта\\_\(космічний\\_апарат\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Розетта_(космічний_апарат)) (дата звернення 15.11.2020)
2. (2867) Штейнс. – Електронний ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/\(2867\)\\_Штейнс](https://ru.wikipedia.org/wiki/(2867)_Штейнс) (дата звернення 15.11.2020)
3. Джонатан Эймс. Прощай, "Розетта": космический зонд столкнулся с кометой. – Електронний ресурс: <https://www.bbc.com/russian/features-37520769> (дата звернення 15.11.2020)
4. Марта Патика. Комета Чурюмова-Герасименко була відкрита 1969 року в Києві – Електронний ресурс: <https://archive.svitua.org/novyny/ukraina-u-vohni/item/2131-kometa-churiumova-herasymenko-bula-vidkryta-1969-roku-v-kyievi.html> (дата звернення 15.11.2020)

*Матеріали секційного засідання  
кафедри теорії та методики навчання  
фізики і астрономії  
(26 листопада 2020 р.)*

**Програма**  
**секційного засідання кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії**

**Керівник:** д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

**Секретар:** к. пед. н., доц. Стецик С. П.

*Дата проведення:* 26 листопада 2020

*Початок роботи:* 16<sup>30</sup>

Формат Google Meet <https://meet.google.com/bqb-vtfv-sks>

*Методика формування критичного мислення учнів у процесі вивчення фізики в школі*

**Бондар Юлія Петрівна, 2 фмзСО (1,4), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

*Вивчення фізичних основ атомної енергетики з використанням комп'ютерних моделей та симуляцій.*

**Букач Вікторія Дмитрівна, 2 фмзСО (1,4), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: к. пед.н., доц. Стецик С. П.

*Психолого-педагогічні особливості формування предметних компетентностей на уроках фізики.*

**Воєвода Лілія Григорівна, 2 фмзСО (1,10), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

*Методика проведення факультативних занять з фізики у старшій школі*

**Гриценко Анна Сергіївна, 2 фмзСО (1,10), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

*Методика формування понять про фізичні величини в ЗНЗ*

**Деркач Зоряна Леонідівна, 2 фмзСО (1,4), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: к. пед.н., доц. Цоколенко О. А.

*Методичні підходи до вивчення фізичних явищ в курсі предметів природничої освітньої галузі*

**Джумагулієва Білбіл, 4 ФСО, спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: старший викладач Волинець Т. В.

*Методика організації та контролю знань учнів в курсі фізики основної школи*

**Кошинська Марина Миколаївна, 2 фмзСО (1,10), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: д. пед.н., проф. Сиротюк В. Д.

*Роль Київського фізико-математичного товариства в сучасній системі підготовки вчителя фізики*

**Куценко Тетяна Янівна, 2 ФКФн (1,9), спеціальність «104 Фізика та астрономія»**

Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

*Методичні особливості використання проектів на уроках фізики*

**Рибка Людмила Григорівна, 2 фмзСО (1,4), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: к. пед.н., доц. Стецик С. П.

*Розвиток творчого мислення учнів на уроках фізики з використанням методу проектів*

**Топоріна Марія Валеріївна, 2 ФСОн (1,4), спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: к. пед.н., доц. Стецик С. П.

Наступність формування фізичних понять при вивченні світлових явищ в закладах середньої освіти II ступеня

**Халмурадова Міве, 4 ФСО, спеціальність «014 Середня освіта Фізика»**

Науковий керівник: старший викладач Волинець Т. В.

*Вплив міжнародних контактів фізиків України з ученими Західної Європи в XIX- на початку XX ст. на становлення вищої фізичної освіти*

**Хуторна Анна Вячеславівна, 2 ФКФн (1,9), спеціальність «104 Фізика та астрономія»**

Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

*Банак Віталій Данилович*  
магістрант 2-го р.н.  
спеціальності Комп'ютерна фізика  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М. П. Драгоманова  
Науковий керівник: к.п.н., доцент Стецик С. П.

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТА ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО НАВЧАННЯ В МЕЖАХ ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО**

Лише індивідуальний підхід та диференційоване навчання на уроках може привести до успішного складання зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО). Не вірите?

Індивідуальний підхід до навчання учнів – це коли вчитель, під час уроку, працює з кожним у своєму ритмі та підбирає кожному власне пояснення (за потреби).

Диференційоване навчання – це коли вчитель може об'єднати клас у менші групи за їхніми знаннями, вміннями та навичками [1].

Таким чином при диференціації – можна досягнути кращих результатів ніж при традиційному фронтальному, підході. Адже в цьому випадку кожна група учнів може працювати в своєму ритмі, а також допомагати один одному в межах групи. Разом з тим, індивідуальний підхід може давати ще кращі результати, якщо вчителю вдасться реалізувати його в повній мірі; адже кожна дитина отримує необхідний рівень знань та може вивчити більшу кількість матеріалу [2].

Що ж таке ЗНО? Це загальнодержавний незалежний тест, який покликаний об'єктивно оцінити знання учнів після закінчення школи. В реальності – все не зовсім так. Очевидно ж, що після 11 класу велика кількість знань – залишкові, адже при всіх намаганнях, при недостатньо частому повторенні матеріалу він просто забудеться. Щоб позбутися цієї проблеми, незалежний тест здається не за кожним вивченим колись предметом, а лише за деякими з них. Таким чином, учень може перевіряти свої знання лише з обов'язкових предметів та тих, які він обрав особисто. Все що йому залишається – пригадати весь вивчений матеріал та виконати усі завдання під час тестування.

За таких умов існує лише одна перешкода для відмінного результату – набуті знання. Адже неможливо повторити чи відшліфувати той матеріал, який учень пропустив через ті чи інші причини. Значить найважливішим компонентом – залишається отримання знань на уроках.

Що ж потрібно робити вчителю, щоб забезпечити кожного учня повноцінною та якісною інформацією? З другою частиною зрозуміло – підготуватися до навчального процесу. З першою частиною трішки складніше. Саме тут і вступають в силу різноманітні підходи до навчання свого предмета. Наприклад, якщо учень через хворобу пропустив тему «Оптика», то йому потрібно досить багато часу, щоб в стандартному темпі самостійно опрацювати весь матеріал, але ж ще є інші пропущені предмети та теми. Як результат знання цієї теми уже не можуть бути на одному рівні з тими учнями, які не пропускали уроків.

Для того, щоб допомогти таким учням – учитель може задавати їм додаткові завдання, або зменшуючи їх навантаження на уроці, додавати навчальний матеріал з пропущеної теми. В такому разі матиме місце зменшення повноти знань. Є ще один спосіб – паралельно із проведенням уроку, в моменти, коли учні виконують самостійно завдання, учитель допомагає учневі, який пропустив урок, із попередніми темами (це, само собою, нам не підходить, адже ефекту негативного від цього набагато більше одночасно для усіх учнів).

Тому повернемося до згаданих вище підходів щодо проведення навчальних занять.

Почнемо з індивідуального. Так як відсутність тих чи інших учнів на уроках звична справа, то вчитель може наперед, знаючи список відсутніх на попередньому уроці, підготувати скорочено матеріал попереднього уроку і за потреби скоротити подання матеріалу нової теми. А потім, маючи готові матеріали, індивідуально для кожного учня, організувати проведення уроку таким чином, щоб кожен учень виконував власні завдання та опрацьовував необхідний матеріал в своєму темпі, та за потреби надати допомогу кожному за необхідності. В такому випадку ми практично не втрачаємо обсяг необхідної інформації з предмета, але використовуємо весь час вчителя для індивідуальної роботи, що перевантажує його.

Тепер повернемося до диференційованого навчання. Цей спосіб вирізняється групуванням учнів, внаслідок чого вчителю необхідно підготувати менше матеріалів, адже груп буде точно в кілька разів менше ніж учнів в класі. Як результат – для кожної групи залишається більше часу, а отже і окремо взяті учні отримують більший об'єм інформації. У своїй практичній діяльності ми використовуємо такі способи для об'єднання учнів у групи:

1) Перший спосіб – за рівнем навчальних досягнень. Цей спосіб найпопулярніший, адже таким чином можна проводити не лише заняття а й контроль навчальних досягнень. Вчителю достатньо загально орієнтуватися в знаннях окремих учнів, таким чином він зможе швидко та легко підбирати завдання необхідного рівня та, відповідно, доступно для кожного учня пояснювати матеріал. Така диференціація зручна як під час вивчення загальних тем, так і для окремих, оскільки склад окремих груп буде часто змінюватися, а отже, матиме місце активна співпраця між учнями в межах класу.

Наприклад, якщо лише 3 учні із класу мають високий рівень знань, 10 – достатній, 22 – задовільний. Тоді є сенс об'єднати їх у 3 групи, можливо кількох учнів, які перебувають на межі між рівнями підняти у сильнішу групу, щоб таким чином їх заохотити працювати на рівні з іншими. А далі - можемо приготувати однакову теорію для усіх, розповісти та пояснити її усім та задати кожній із груп власну кількість та тип завдань. Залишається лише контролювати процес виконання та не забувати про інші групи, концентруючись на одній.

2) Другий спосіб – за рівнем зацікавлення предметом. Тут все дуже просто – якщо дитині цікавий саме цей предмет, то для неї часто виникає потреба в роз'ясненні набагато більшої кількості матеріалів, як результат під час звичайного уроку вчителі часто витрачають велику кількість часу саме на такі запитання, а значить проводять уроки неефективно. Якщо ж об'єднати учнів таким чином, то кожний отримуватиме оптимальну кількість необхідної інформації з предмета. Наприклад, якщо учню нецікава тема ядерної фізики, то йому достатньо стандартного вивчення, але інші можуть цікавитися саме цим, а значить є сенс пояснити їм не тільки загальнодоступні речі, але й поділитися власним досвідом роботи чи відвідування АЕС, власними думками про це або ж розповісти детальніше про типи ядерних реакцій та реакторів.

3) Третій спосіб – за рівнем бажання у вивченні фізики. Ці групи частково можуть співпадати з попередніми, хоча в більшості своїй покликані задовольнити потребу учнів саме в практичному застосуванні навчального матеріалу – починаючи від вивчення заради успішного складання ЗНО, необхідності при вступі у вищий навчальний заклад і закінчуючи вивченням заради знань як таких.

Для прикладу візьмемо учнів 11 класу. Об'єднання проведемо, орієнтуючись на третій спосіб – здати найкраще ЗНО, що зазвичай часто зустрічається останніми роками. Тобто учні, які здають цей тест будуть мати перевагу в рейтингу за необхідністю вивчення. В звичайних школах ЗНО з фізики, з даними УЦОЯО, здають близько 20% учнів (в середньому з різних класів). Ще частина із учнів, які не здають ЗНО – має певне бажання для кращого вивчення фізики у зв'язку або з певним технічним напрямком своєї омріяної професії, або ж бажанням отримати хороші знання з усіх предметів, або ж просто заради хорошої оцінки (з непідробним старанням). Решта – не вважають фізику як предмет, що їм знадобиться у майбутньому і з задоволенням забули б про нього, якби не розклад. В такому випадку розподіл очевидний – маємо 3 групи. Розуміємо, що ті учні, яких не цікавить фізика, можуть заважати усім іншим

своєю поведінкою (якщо вчитель не справляється з дисципліною), тому на уроці розсаджуємо учнів таким чином: на передні парти сідають ті, кого фізика хвилює безпосередньо для ЗНО, позаду них – група з бажанням вивчати фізику, і тільки потім – «байдужих» до фізики. Проведення уроків може бути як за традиційною методикою, так і з диференційованим підходом, при підготовці до таких уроків вчитель враховує і потребу у вивченні, і рівень знань учнів (що є набагато кращим варіантом ніж утворення груп лише за одним критерієм). Так можна добитися вищих результатів, адже жоден учень не втрачає в обсязі матеріалу, ба навіть навпаки – учні, які не могли сконцентруватися на необхідному матеріалі, відволікаючись на інших, тепер можуть думати вільніше та зосередженіше. Саме такий варіант, на нашу думку – найкращий, адже враховується кілька найважливіших факторів при створенні груп, а також надається достатньо якісний матеріал, з можливістю адекватного його опрацювання на уроках (а не на самостійне опрацювання частині учнів додому а інші працюють з вчителем однією групою).

В ідеалі, кожна група має мати ще й доступ до виконання завдань на дошці, особливо, якщо групи великі. В такому разі будуть зручними широкі дошки, які дозволяють одночасно працювати по одному учню на кожен метр ширини. Таким чином можна забезпечити якісний та рівноцінний доступ до знань, а також дати можливість більш здібним учням мотивувати своєю роботою інших. Можливо навіть, що слабші групи почнуть копіювати деякі із важчих способів розв'язування і як результат – покращать свій загальний рівень знань (наприклад математичні, хімічні, біологічні знання) та навчатися чомусь новому у своїх однокласників.

Підведемо підсумки. Як видно із наведених прикладів – кращу результативність у рівноцінному та повноцінному вивченні матеріалу, на нашу думку, надає саме диференційоване навчання. Окрім того, в порівнянні з індивідуальним підходом, економляться сили вчителя, а значить – можна направити їх на кращу підготовку до уроків, опрацюваність педагогічних підходів, заповнення документації, перевірку робіт учнів, вирішення інших нагальних проблем чи просто на самого себе... А що ще може бути кращим, ніж якісне навчання учнів у власне задоволення. Саме тут і народжується найпростіше та найцікавіше. І не тільки, тут народжується – Вчитель!

#### **Список використаних джерел:**

- 1) Кузьменко В. У. Індивідуалізація виховання і навчання в освітніх закладах / В. У. Кузьменко. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – 54 с.
- 2) Стецик С. П. Індивідуалізація навчальної діяльності учнів на уроках фізики: методичний посібник / С. П. Стецик. – Умань: ПП Жовтий О. О., 2011. – 102 с.

*Бондар Юлія Петрівна*  
магістрантка 2 року навчання  
спеціальності «014 Середня освіта Фізика»  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
*Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.*

### **МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В ШКОЛІ**

Розумова діяльність людини є однією з необхідних умов успішного пізнання і швидкого усвідомлення процесів перетворення дійсності. Мислення відіграє важливу роль в усіх видах діяльності людини.

Нас більшою мірою цікавить критичне мислення і його рівні та методи. Означення критичного мислення, дасть нам розуміння, як в подальшому ми можемо застосувати його і розвинути, реалізуючи на уроках фізики певні методи.

Критичне мислення - це здатність аналізувати інформацію з позиції логіки, різних науково-обґрунтованих підходів і особистісного розуміння для того, щоб робити обґрунтовані судження та висновки та застосовувати отримані результати, як до стандартних, так і нестандартних ситуацій, запитань і проблем.

Д. Халперн вважає, що «Коли ми мислимо критично - ми оцінюємо результати своїх розумових процесів - наскільки правильно прийняте нами рішення або наскільки вдало ми впоралися з поставленим завданням. Критичне мислення також включає в себе оцінку самого розумового процесу - ходу міркувань, які привели до наших висновків, або ті чинники, які нами були враховані для прийняття рішення». Критичне мислення іноді називають спрямованим мисленням, оскільки воно спрямоване на отримання бажаного результату [1, С.17].

Технологія «Критичне мислення» необхідна в освітньому процесі, тому що вона навчає здійснювати самостійний пошук нових знань, створює психологічно комфортне середовище і учень, тим самим може не боятися зробити помилку. На таких уроках можна озвучувати свої ідеї, з'являється можливість їх реалізувати. Завдяки цьому учень може навчитися правильно, використовувати інформацію, а також не тільки сформулювати тему реферату або дослідження, а й успішно створити від початку й до кінця увесь проєкт. За такого підходу в учнів може сформуватися самооцінка особистісних знань, оцінка своїх взаємин з іншими людьми та навколишньою дійсністю.

Під час навчання не повинен «навчитися на все життя», а повинен розуміти та користуватися цим розумінням, що вчитися потрібно все життя і займатися саморозвитком.

Реалізувати такий підхід, на нашу думку, можливо завдяки, застосуванню сучасної технології розвитку критичного мислення через читання та письмо. Прийоми технології розвитку критичного мислення за допомогою читання та письма ефективно вводять поступово на початковому етапі вивчення фізики. Деякі прийоми цієї технології зручно використовувати на уроці фізики, наприклад, вчитель може скласти концептуальну таблицю; створити таблицю «тонких» і «товстих» запитань; створити синквейн (як на стадії виклику, так і на стадії рефлексії); розповіді за ключовими словами (фразами); аналіз правильних і хибних тверджень тощо.

Пропонуємо приклад того, як учень може використовувати свої знання, під час вивчення фізики в 8 класі: будова речовини, основи МКТ. На основі цих знань, школярі зможуть дати пояснення переходу речовини з одного агрегатного стану в інший, так само елементи цієї технології застосовуються під час розв'язування задач.

Суть критичного мислення полягає в тому, що вчитель формулює проблеми і запитання, а учень, намагається за допомогою вже відомої інформації або за допомогою різних джерел інформації дати відповідь і вирішити проблему. Розвиток критичного мислення є необхідним для кожної людини, тому що він допоможе жити в соціумі, соціалізуватися.

Провівши аналіз відповідної літератури, виділяємо чотири основні компоненти групових завдань для самостійної роботи школяра: до завдань входить ситуація вибору, в якій учні, орієнтуються на свої цінності; відбувається зміна ролей учнів; створення взаємної довіри учнів у групах; застосування прийомів учнями, які часто (постійно) використовуються.

Виконання групових завдань, створює підґрунтя для спілкування, учні мають можливість брати участь в активній побудові знань, а також отримувати потрібну інформацію для вирішення сформульованих проблем. Завдяки такому підходу учні отримують нові якості, що характеризують розвиток інтелекту та сприяють формуванню критичного мислення.

Виокремимо наступні вимоги, установки технології розвитку критичного мислення: учні можуть вільно висловлювати свою точку зору при вивченні теми, не боячись помилитися. Також записувати свої та висловлювання інших учнів, що може бути важливим у подальшій роботі. На цьому етапі допускаються будь-які ідеї, пов'язані з досліджуваною темою. Необхідно навчитися поєднувати індивідуальну і групову роботи: індивідуальна дозволить учням актуалізувати свої знання і досвід; групова - дозволить почути думки інших, озвучити свою ідею.

Розглянемо деякі технології, що дозволяють розвивати критичне мислення. Наприклад, технології інтерактивного навчання: «мозковий штурм», «Кошик ідей, понять, імен ...», «Вірні-хибні твердження», «Прогнозування за допомогою відкритих питань», «Фішбоун» (рибний кістяк), «Просунута лекція», «Чи вірите ви, що ...», «Логічна послідовність», «Карусель», «Перехресна дискусія», «Кубик», «Останнє слово за мною», «Кластер» та інші [2, С. 10-12].

Всі перелічені технології інтерактивного навчання ми застосовуємо на уроках фізики. Весь процес розвитку критичного мислення повинен бути комплексним, тобто він повинен поширюватися не тільки на фізику, а також і на інші предмети, всі вони в комплексі роблять величезний внесок в розумовий розвиток учня.

Фізика це предмет, який має потужний потенціал у розумовому розвитку учнів. Для того, щоб розуміти цей предмет, необхідно не просто заучувати, а зосереджено, старанно і терпляче розбирати та аналізувати кожне означення, явище, завдання та експерименти.

Фізика і математика це предмети, які дуже тісно пов'язані між собою, наприклад, для розв'язування фізичних задач учням потрібно знати математичні прийоми, і бажано володіти математичним типом мислення.

Математичний тип мислення включає необхідний комплекс умінь: класифікація об'єктів, відкриття закономірностей, встановлення зв'язку між різними на перший погляд явищами, прийняття самостійного рішення. Даний тип мислення відображається також у поведінці людини, він дозволяє їй вирішувати завдання, без сторонньої допомоги, наводити аргументи, висловлюючи свою думку, критично оцінюючи себе та оточуючих.

Вивчення фізики допомагає учневі розвинути в собі моральні риси, такі як наполегливість, цілеспрямованість, а також поліпшити пізнавальну активність, самостійність і критичне мислення.

#### **Список використаних джерел:**

1. Халперн Д. Психология критического мышления / Д. Халперн. – Санкт-Петербург : Питер, 2000. – 512 с.
2. Технології розвитку критичного мислення учнів / Кроуфорд А., Саул В., Метьюз С., Макінстер Д.; Наук. ред., перекл. О. І. Пометун. – К.: Вид-во «Плеяди», 2006. – 220 с.

*Восвода Лілія Григорівна*

магістрантка 2 року навчання

спеціальності «014 Середня освіта Фізика»

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М.П.Драгоманова

*Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. С.*

## **МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ**

Формування та розвиток ключових компетентностей учнів (важливих для життя) є основою змісту загальної середньої освіти в нашій країні. Державний стандарт базової і повної

загальної середньої освіти дає наступне означення поняттю «ключові компетентності»: «спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів» (Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011) [1]. Ключові компетентності передбачають необхідність формування в учнів системи універсальних знань, умінь, навичок, здатності жити в поєднанні з природою, суспільством та з самим собою, діяти самостійно та використовувати отримані знання для вирішення конкретних життєвих потреб, проблемних ситуацій.

Чинна програма з фізики для базової середньої освіти (2017 року) містить зміни, суть яких полягає у зміщенні акцентів від предметоцентризму до дитиноцентризму [2]. Навчальний предмет має компетентнісний потенціал. Програма містить таблицю, в якій кожна ключова компетентність корелює з предметним змістом і навчальними ресурсами, необхідними для її формування. У тексті програми рівноправно представлено знаннєвий і компетентнісний компоненти змісту освіти.

Предметна компетентність у широкому розумінні – це усвідомлення місця кожної науки у системі знань людства як способу існування кожної науки – розуміння діалектики отримання нових теоретичних знань та їх використання на практиці, незалежне оперування предметними знаннями та їх критичне осмислення з позицій практики та інших наук [3].

Термін предметна компетентність у педагогічних дослідженнях найчастіше використовується у випадках, коли розглядається здатність аналізувати і діяти з позиції окремої галузі науки, зокрема фізики. Предметна компетентність – це фактично готовність і здатність людини діяти в конкретній предметній галузі [4]. Учень набуває предметної компетентності, наприклад, при вивченні конкретного навчального предмета впродовж навчального року або ступеня навчання. У процесі здобуття освіти, в учня формується предметна компетентність із вивчених предметів.

Ми погоджуємося із думкою Коваленко К. В., що «предметна компетентність з фізики – це вміння бачити та застосовувати фізику в реальному житті, розуміти та пояснювати фізичні явища в навколишньому світі, вміти розв'язувати поставлені задачі засобами фізики, встановлювати зв'язки між знаннями та реальною ситуацією, проводити дослідження науковими методами, інтерпретувати отримані результати дослідження, оцінювати похибку вимірювань тощо» [5].

Розглядаючи основну школу, варто зазначити, що предметна компетентність передбачає формування не лише знань, умінь і навичок учнів з фізики, а й їх ціннісного ставлення до процесу і результату праці, вміння навчатися в тому числі самостійно.

Підсумовуючи все сказане, вважаємо, що предметна компетентність учня з фізики на рівні основної школи – це його особистісна якість, психологічна готовність впевнено, самостійно і відповідально застосовувати засвоєні теоретичні знання з фізики в різних сферах життєдіяльності, успішно продовжувати вивчення фізики у старшій школі чи у закладах освіти I-II рівня акредитації. Тому діяльність закладу освіти повинна бути спрямована на формування не лише знань, умінь і навичок учнів, а й здатності учнів діяти в конкретній життєвій ситуації, здатності до самонавчання та впевненості в собі і своїх силах.

Предметна компетентність забезпечується засобами фізики, її зміст і структура чітко відповідають певним елементам навчального змісту та визначаються на основі державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів, які сформульовано в навчальній програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [6]. Предметна компетентність стосується змісту фізики і для її опису використовуються такі ключові поняття: «знає і розуміє», «уміє і застосовує», «виявляє ставлення і оцінює» тощо. «Предметна компетентність як особистісна

характеристика учня передбачає реалізацію системи вимог, якими є предметні компетенції: пояснювати перебіг фізичних явищ і процесів і з'ясувати їхні закономірності; застосовувати основні методи наукового пізнання; характеризувати сучасну фізичну картину світу; розуміти наукові засади сучасного виробництва, техніки і технологій; використовувати набуті знання в повсякденній практичній діяльності; оцінювати межі застосування фізичних законів і теорій; виявляти ставлення до ролі фізики в розвитку інших природничих наук, техніки і технологій, застосування досягнень фізики для раціонального природокористування та запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище і організм людини» [6, С.1].

Таким чином, для реалізації компетентнісного підходу і формування в учнів основної школи предметної компетентності з фізики ми вбачаємо необхідність: навчити учнів бачити проблему та вирішувати її з використанням знань з фізики, оцінювати свою діяльність та її результати; сформувати здатність учня до самостійного застосування знань з фізики в життєвих ситуаціях, здатність до навчання і самонавчання; виховувати в учнів впевненість в собі і в своїх силах.

Навчальна програма з фізики передбачає внесок фізики у формування ключових компетентностей. Зокрема, науково-природничої компетентності, що є базовою в галузі природознавства. Фізика сприяє розвитку математичної компетентності під час розв'язування розрахункових та графічних задач, інформаційно-комунікаційної, що передбачає уміння використовувати інформаційно-комунікаційні технології, електронні освітні ресурси та відповідні засоби для виконання навчальних проєктів, творчих, особистісних і суспільно значущих завдань. Громадянська, загальнокультурна й здоров'язбережувальна компетентності формуються під час вивчення історично-наукового матеріалу, що розкриває процес становлення фізики в Україні як поступову і наполегливу реалізацію ідей видатних представників української фізичної науки.

Саме в процесі вивчення фізики забезпечується становлення наукового світогляду й відповідного стилю мислення учнів, як основи формування активної життєвої позиції в демократичному суспільстві, орієнтованій на загальнолюдські цінності, дбайливе ставлення до власного здоров'я та здоров'я інших людей, до навколишнього світу [6, С.2].

Отже, формування предметної компетентності – основа розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмету, оскільки формування предметної компетентності з фізики впливає на формування наукового світогляду школярів, науково-природничої, математичної, інформаційно-комунікаційної, громадянської, загальнокультурної і здоров'язбережувальної компетентностей. Тому формування предметної компетентності учнів з фізики є актуальною проблемою, особливо в умовах реалізації компетентнісного підходу в освіті, а також переходу на навчання фізики за новими навчальними програмами.

#### **Список використаних джерел:**

1. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://mon.gov.ua/content/Освіта/post-derzh-stan-\(1\).pdf](http://mon.gov.ua/content/Освіта/post-derzh-stan-(1).pdf)
2. Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>
3. Новий тлумачний словник української мови ( у трьох томах) / укладачі: В. В. Яременко, О. М. Сліпушко. – Том 1, А – К. – Київ: вид-во «АКОНІТ». – 2006. – 926 с.
4. Головань М. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду / М. Головань // Вища освіта України. – 2008. – № 8. – С. 23-30.

5. Коваленко К. В. Формування предметної компетентності – основа розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмету / К. В. Коваленко // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 3 : Фізика і математика у вищій і середній школі. – 2015. – Вип. 16. – С. 22-28. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu\\_3\\_2015\\_16\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_3_2015_16_6)  
Каменецкий С. Е. Методика решения задач по физике в средней школе : кн. для учителя / С. Е. Каменецкий, В. П. Орехов. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.

*Гриценко Анна Сергіївна*  
магістрантка 2 року навчання  
спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М.П.Драгоманова  
Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ФАКУЛЬТАТИВНИХ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ**

Серед типів факультативів виділяють наступні: курс підвищеного рівня, прикладна фізика, фізико-технічне моделювання [1].

Відповідно до завдань нашого дослідження нами було обрано курс підвищеного рівня. Для того, щоб скласти програму факультативних занять, необхідно було врахувати наступні вимоги: дана програма повинна дозволяти проводити глибоке і систематичне ознайомлення учнів з відповідним навчальним матеріалом; формування в учнів умінь і навичок володіння методами розв'язування задач підвищеної складності; зміст програми повинен враховувати вікові особливості учнів, їх математичну підготовку.

Аналіз науково-методичної літератури свідчить про те, що багато дослідників з питань планування змісту навчального матеріалу доводять про необхідність дотримання певних вимог при розробці навчальної програми.

Так, Л. Я. Зоріна зазначає, що програма в загальному випадку має складатися з чотирьох частин: пояснювальна записка, зміст освіти, розділ про між предметні зв'язки і розділ вимог до знань та вмінь учнів. При цьому автор вказує про необхідність вдосконалення визначення мети і задач курсу [2].

Т. І. Шамова вважає необхідним при складанні програми чітко виділяти систему основних знань. Характер навчального матеріалу повинен забезпечувати активну пізнавальну діяльність учнів [3]. На наш погляд для випадку розв'язування задач підвищеної складності цей критерій має винятково важливе значення. Продовжуючи цю тему, Г. І. Щукіна вказує на те, що структура навчального матеріалу має враховувати об'єктивні умови для формування зацікавленості учнів до занять [4, С.17].

В. П. Беспалько виділяє основні критерії, за якими необхідно оцінювати придатність програми для її впровадження у навчальний процес. Серед них такі, як практична корисність та доступність для засвоєння переважною більшістю школярів [5, С. 57]. Цим вже вченим розроблено теорію на основі якої у педагогічних дослідженнях встановлюють складність змісту навчання. За твердженням автора рівень складності навчального матеріалу визначається як співвідношення між ступенем абстракції викладання та здатністю учнів сприймати зміст матеріалу [6]. Чим більший ступінь абстракції викладання матеріалу, тим більша його узагальненість.

Для того, щоб встановити ступінь абстракції у нашому дослідженні необхідно зважати на ті завдання і мету, які ставляться при вивченні кожної теми програми. Так, складаючи структуру та зміст навчальної програми ми керувались необхідністю раціонального поєднання різних ступенів абстракції викладення навчального матеріалу, що б дозволило забезпечити доступність його учням.

Розробка такої навчальної програми за Ю. К. Бабанським [7] має проводитись з урахуванням певних критеріїв, серед яких особливе значення мають наступні:

1. Критерій цілісності змісту освіти.
2. Критерій практичної значимості змісту навчального матеріалу.
3. Критерій відповідності віковим можливостям школярів.
4. Критерій відповідності наявного часу на вивчення даного навчального матеріалу.
5. Критерій відповідності змісту навчальної програми до можливостей матеріальної бази сучасної школи [7, С. 70-73].

Навчання фізиці передбачає не лише оволодіння учнями певних вмінь, понять, але й має значний виховний вплив. У зв'язку з цим в змісті навчальної програми необхідно відобразити всі вимоги, що ставляться сучасним суспільством до всебічного і гармонійного розвитку особистості.

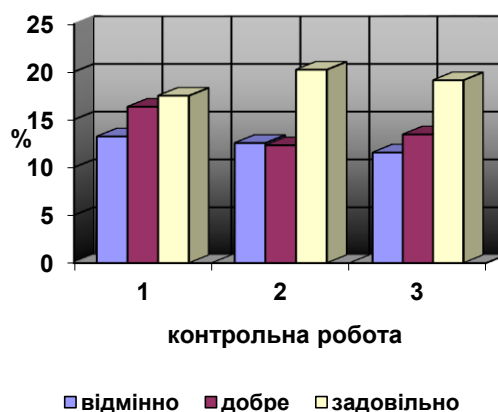
На основі вищеописаного аналізу літератури [1-7], а також перегляду подібних програм, було складено наступну структуру змісту програми: 1. Співвідношення неозначеностей Гейзенберга. 2. Електронні хвилі в атомі. 3. Квантові числа. 4. Хвильова природа частинок. 5. Електронні хвилі в металах. 6. Фонони. 7. Енергія фононів. Температура Дебая. 8. Елементарні частинки. 9. Речовина і поле – два види матерії.

Метою наступних досліджень було з'ясувати доцільність запропонованої структури програми. Математичний метод, який дозволяє визначити оптимальну структуру тематичних планів навчальних предметів, з'ясовувати міжпредметні та внутрішньо предметні зв'язки, планування навчального процесу тощо, є метод графів і матриць. Методику впровадження даного методу ми використали з відповідних джерел [8-10].

В результаті застосування описаного методу було отримано нову структуру програми: 1. Хвильова природа частинок. 2. Співвідношення неозначеностей. 3. Електронні хвилі в атомі. 4. Хвильова функція. 5. Квантові числа. 6. Електронні хвилі в металах. 7. Фонони. 8. Енергія фононів. Температура Дебая. 9. Елементарні частинки. 10. Речовина і поле – два види матерії. Нова структура програми передбачає 10 тем замість 9-ти (додано одну тему «Хвильова функція»). Також тему про хвильову природу частинок перенесено на початок вивчення факультативного курсу.

Метою наступних досліджень було з'ясування доступності розробленої програми. З цією метою нами було проведено контрольні роботи в експериментальних та контрольних групах, які працювали за даною програмою. Критерії, які враховували під час виставлення оцінки за навчальну діяльність учнів: 1. Повнота і міцність знань у відповідності з тими, що запропоновано у програмі навчальним матеріалом. 2. Самостійність засвоєння, яка виявляється у вмінні раціонально використовувати різноманітні джерела навчальної інформації. 3. Вміння розв'язувати задачі середнього рівня складності. 4. Вміння виводити формулу, що відображає закон, принцип або певну фізичну ідею (наприклад, формула хвилі де Бройля). 5. Вміння пояснювати властивості речовини, спираючись на відомості про її будову.

Проведення контрольних робіт з метою перевірки засвоєння учнями теоретичних відомостей про будову і властивості речовини та практичних вмінь і навичок дало можливість побудувати зведені таблиці та відповідні діаграми.



Таблиця 1

**Результати контрольних робіт, які показали засвоєння учнями теоретичних та практичних знань і вмінь виражено у % до загальної кількості учнів**

| К.р. | Оцінка          |       |                 |       |                 |       |
|------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|      | «відмінно»      |       | «добре»         |       | «задовільно»    |       |
|      | Кількість учнів | %     | Кількість учнів | %     | Кількість учнів | %     |
| 1    | 10              | 13,23 | 19              | 16,34 | 18              | 17,5  |
| 2    | 9               | 12,55 | 14              | 12,31 | 25              | 20,22 |
| 3    | 6               | 11,55 | 15              | 13,45 | 22              | 19,12 |

Аналіз результатів проведених досліджень, дозволив зробити наступні висновки: з одного боку перевантаження програми теоретичними відомостями і обмеження, як практичною так і творчою роботою з іншого, суттєво вплинуло на погіршення відвідування школярами факультативних занять. Очевидно, що усунення перенасиченості навчального матеріалу новою інформацією можливо досягти на основі чіткого визначення питань, які мають першочергове значення для теми, що вивчається. З точки зору дидактичних цілей, важливо не кількість, а якість і міцність набутих умінь, здатність застосовувати їх в нових, нестандартних ситуаціях.

**Список використаних джерел:**

Кабардин О. Ф., Браверман Э. М. Внеурочная работа по физике: Библиотека учителя физики. М.: Просвещение, 1983. – 223 с.

2. Зорина Л. Я. Программа – учебник – учитель. М.: «Знание», - 1989. – 60 с.

3. Шамова Т. И. Активизация учения школьников. – М.: Педагогика, 1982. – 208 с.

4. Щукина Г. И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.

5. Беспалько В. П., Татур Ю. Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: Учеб. метод. пособие. М.: Высшая школа, 1989. – 144 с.

6. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1982. – 208 с.

7. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.

Моргунов И. Б. Применение графов в разработке учебных планов и планировании учебного процесса. – Сов. Педагогика, 1966. № 3, С. 98.

9. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. М., Педагогика, 1974. С. 235.
10. Кыверялг А. А. Методы исследования в профессиональной педагогике. – Таллин: Валгус, 1980. – 334 с.

**Джумагулиева Білбіл**

Студентка 4 курсу  
Спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М. П. Драгоманова  
Науковий керівник: старший викладач **Волинець Т. В.**

## **МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ В КУРСІ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ.**

В наш час, в умовах інтеграції України в Європейський та світовий освітні простори, стає актуальним процес реформування шкільної освіти, оскільки він зачіпає майже кожного громадянина. В законі України «Про освіту», національній доктрині розвитку освіти України у ХХІст. наголошується на тому, що головною метою Нової Української Школи (НУШ) є створення умов для розвитку та самореалізації кожної особистості, школа повинна давати учням не тільки знання, як це відбувається зараз, а й уміння застосовувати їх у повсякденному житті. Оскільки специфіка предметів освітньої галузі «Природознавство», яка налічує п'ять предметів: фізика, астрономія, біологія, географія та хімія, полягає у використанні принципу наступності під час навчання, в контексті принципу наступності, систематичне вивчення шкільного курсу фізики в 7-9 класах, повинно бути логічним продовженням пропедевтичного вивчення фізики, яке відбувалось протягом п'яти років в курсі природознавство.

Розглядаючи зміст шкільного курсу фізики в загальному обсязі, можна стверджувати, що він охоплюється системою понять: 1) про явища та процеси (кипіння, ковзання, деформація тощо); 2) про властивості речовин (текучість, пружність тощо) та полів (електричного, магнітного, гравітаційного); 3) про фізичні величини (температура, маса, сила, напруга тощо) [1, с.89]. Отже, ядро шкільного курсу фізики - процес вивчення фізичних властивостей речовини і фізичних полів, фізичних форм руху матерії та їх різних проявів.

Сучасний базовий курс фізики засновує фундамент фізичного знання саме на явищному рівні, який ґрунтується на знаннях, отриманих на попередніх етапах навчання. При вивченні багатьох тем з фізики учні вже мають елементарні відомості про окремі фізичні явища, процеси та закономірності, які вчитель фізики повинен враховувати і в повній мірі використовувати в процесі навчання [4,5].

Методика вивчення характеристик фізичних процесів і явищ повинна враховувати, що основна структура курсу фізики побудована таким чином: явища, що вивчаються розташовані в порядку ускладнення форм руху матерії. А саме, від механічних і теплових явищ до електромагнітних і світлових, кожне з яких необхідно розглядати за такими трьома напрямками: явище природи (прояв людини в ньому); дослід і спостереження; фізичні величини та їх вимірювання.

Через те, що засвоєння фізичного знання значно поліпшується, якщо навчально-пізнавальна діяльність учнів носить узагальнюючий характер, який розкриває суть того чи іншого поняття, розпочати вивчення фізики, як окремої науки в 7-му класі, слід з узагальнюючих понять, знайомих фактів, визначень, з того, що діти, ймовірно за все, засвоїли на підсумкових уроках в 5-му класі. Після завершення курсу «Природознавство», учні повинні вміти самі класифікувати фізичні явища, на цьому етапі не повинно бути «купи» невпорядкованих знань, а навпаки - всі елементи фізики повинні бути розкладені «по полицках» для того, щоб в 7-му класі пояснення фізичного явища вже не несло поверхово-оглядовий характер. Учні в 7-му класі повинні чітко усвідомити зовнішні ознаки перебігу даного явища, умови його протікання, вміти пов'язувати дане явище з іншими, знати його основні характеристики, їх одиниці вимірювання, вміти ними оперувати.

Розробляючи план і методику вивчення фізичних явищ в курсі природознавства та фізики в основній школі для найефективнішої побудови навчального процесу, необхідно підводити учнів до розуміння фізичних явищ так, щоб вони могли виявити максимум самостійності й активності, збільшувати інтерес до вивчення фізики, розкривати перед учнями явища реального світу - залучати їх у процес пізнання. Будувати думку учня, розкривати перед ним горизонти науки, формувати в нього науковий світогляд – все це важливі завдання, що стоять перед учителем фізики сучасної середньої школи. Розв'язати всі ці завдання можна лише глибоко усвідомивши основні закономірності засвоєння учнями фізичних знань [1,2,3]

## ЛІТЕРАТУРА

1. Волинець Т.В. Генеза принципу наступності у навчанні природознавства і фізики нової української школи в навчальних програмах // НАУКОВИЙ ЧАСОПИС Нац. Пед. ун-та ім. М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 19: Збірник наук. праць. / За ред. В. Д. Сиротюка. – К.: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2018. – С. 88 – 91.
2. Волинець Т. В. Наступність у вивченні характеристик тіл на уроках природознавства та фізики в основній школі // Фізика та астрономія в школі. Київ : Вид-во «Педагогічна преса», 2011. № 6. С. 6-8.
3. **Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року СХВАЛЕНО** Указом Президента України від 25 червня 2013 року №344/2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text>
4. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. ПРИРОДОЗНАВСТВО 5 : затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 804 від 07.06.2017.
5. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7-9 : затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 804 від 07.06.2017.  
URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>

*Куценко Тетяна Янівна*  
магістрантка 2-го р. н.  
Фізико-математичного факультету  
спеціальності «014 Середня освіта Фізика»  
НПУ імені М. П. Драгоманова  
*Науковий керівник: д. пед.н., проф. Чумак М. Є.*

## **ФІЗИКА – «ГУМАНІТАРНА» НАУКА?**

Гуманітарні науки – галузь досліджень, предметом яких є людина як суспільна (культурна, моральна, духовна) істота та все що створене нею. Штучні життєві середовища – це не тільки знаряддя праці, житла, речі побутового вжитку, мистецькі витвори, а й уявлення, вірування, ідеї пізнавального змісту, звичаї та способи життя, суспільні та політичні установи. Натомість терміном «науки про людину» позначають як природничі, так і гуманітарні дослідження, що стосуються людини та її діяльності. Поділ наук на природничі та гуманітарні є предметним (що пізнаємо), а не методологічним (як пізнаємо) [1].

Так уже склалося, що зараз гуманітарні та природничі науки не тільки «не живуть разом», а й часто розглядаються як антиподи. За інформацією бази даних Web of Science (належить Thomson-Reuters та індексує публікації в рецензованих журналах), на гуманітарні науки доводиться (за найоптимістичнішими оцінками) до 8% публікацій в світі [2].

Сумно усвідомлювати, але в сучасному суспільстві проглядаються дві основні культури, що співіснують поруч: гуманітарна і технократична. Розпаду колись єдиної культури сприяло виникнення точних наук в «особі» механіки Ньютона. І, тим не менш, видатні представники людства, народ, в своїх уявленнях про світ і його пізнання завжди прагнули до гармонії, до органічної єдності наукових і художніх цінностей.

Якщо ми маємо намір формувати гармонійно розвинену особистість, то в процесі навчання елементи природничо-наукової гуманітарної складової світової культури повинні утворювати той цілісний образ реальності, який дозволить учням вільно орієнтуватися в навколишньому світі. Тому одним з основних принципів Державної національної програми «Освіта» («Україна ХХІ століття») є гуманізація і гуманітаризація освіти [3]. Фізика слід розглядати у всіх її формах і проявах, до того ж в причинному залежності від інших сторін людського буття. Або як написали Зінченко В. П. та Моргунова Є. Б.: «освіта з сплюндрованим культурним пластом вже принесла і продовжує приносити свої гіркі плоди у відставанні науки і в збитковість тих, хто їй служить» [4].

Сьогодні науково-технічний прогрес рішуче вторгається в наше життя, інтерес у школярів до фізики неухильно знижується. Тому треба перебудувати викладання так, щоб потужний «гуманітарний потенціал» фізики був виявлений і ефективно використаний в процесі навчання. Це дозволить сприяти відродженню в учнів інтересу до фізики і взагалі підвищить ефективність національної освіти.

Як правило, в підручниках для 11-х класів, а саме таких авторів: Засекіна Т. М., Сиротюк В. Д., Коршак Є. В, Бар'яхтар В. Г. та ін. велика увага приділяється технічним програмам фізики на шкоду основам науки. Наприклад, що повинен знати учень, який закінчив школу про трансформатор? Тільки те, що це прилад, що дозволяє регулювати електричну напругу, і його робота базується на явищі електромагнітної індукції. Всі інші відомості про трансформатор відносяться вже не до фізики, а до електротехніки - предмету, який в середній школі не вивчається. Для школярів, що не цікавляться технікою, а їх більшість, цілком

достатньо мінімальних, «чисто фізичних» відомостей про трансформатори (радіоприймачі, ядерний реактор, генератор та інші пристрої).

Тому курс фізики в загальноосвітніх закладах повинен бути гуманітарним, покликаним вирішувати пізнавальні та виховні завдання навчання, розвивати мислення, формувати світогляд.

Термін «гуманітарна фізика» не має відношення до «фізики для гуманітаріїв». Йдеться про фізику, необхідну всім учням, незалежно від їх майбутньої спеціальності.

В гуманітарній фізиці скорочення технічного матеріалу відбувається паралельно з посиленням уваги до питань, які пов'язані з повсякденним життям людини. Що таке вага, маса, сила тяжіння? Яка роль сили тертя в житті людей? Чому в горах холодніше, ніж в низовинах? і т. д. Всі ці питання лежать в основі взаємодії людини і природи, і їх розгляд необхідний кожному. Саме знання фундаменту фізики - її законів - становить «гуманітарна фізика».

Важливе завдання гуманітарного курсу - екстраполювати фізичні закони на людські проблеми. З точки зору фізики можна розглядати чимало проблем, що мають безпосереднє відношення до життя людського суспільства. Розуміння універсальних законів природи важливо для того, щоб протистояти невіглазству, яке розквітає в суспільстві, де безліч людей не володіють основами фізики і готові вірити будь-яким антинауковим вигадкам.

«Гуманітарна» фізика має безпосереднє відношення до художньої літератури, історії, фольклору (прислів'я, приказки, казки, скоромовки, анекдоти, загадки). Адже без знання законів природи, зокрема електродинаміки, часом важко усвідомити прислів'я: «Гроза застала в полі - лягай на землю», «Гроза б'є по високому дереву» [5].

Гуманітарна освіта не тільки підвищує питому вагу гуманітарних дисциплін в навчальному процесі, а й привносить радикальну зміну самого типу цих дисциплін і дисциплін природничо-наукового циклу. Природнича культура в нашому випадку - це фізика, вона не повинна бути суто «готовими» знаннями: необхідно, щоб вона розгорнулася перед учнями, як живий процес пошуку, відкриттів, винаходів, як історична програма ідей і людей, як взаємозв'язок і взаємовплив, наука і техніка, економіка і господарювання, як усвідомлення глобальних проблем людського суспільства.

#### **Список використаних джерел:**

1. Гуманітарні науки. *Енциклопедія Сучасної України*: веб – сайт. URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=24653](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=24653)
2. Гуманитарные и естественные науки нельзя противопоставлять друг другу. *Газета*: веб – сайт. URL: [https://www.gazeta.ru/science/2010/10/27\\_a\\_3432020.shtml](https://www.gazeta.ru/science/2010/10/27_a_3432020.shtml)
3. Про Державну національну програму "Освіта" ("Україна XXI століття"): веб - сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/>
4. Гуманізація і гуманітаризація освіти, їх основні напрямки та реалізація: веб - сайт. URL: <http://old.iro.yar.ru/resource/distant/physics/sekret/skun2.htm>
5. Слостенин В. А, Каширин В. П. *Психологія і педагогіка*: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. Изд. 4-те, стереотип. Москва, 2006. 480 с.

*Рибка Людмила Григорівна*  
магістрантка 2 року навчання  
спеціальності «014 Середня освіта Фізика»  
Фізико-математичного факультету  
НПУ імені М. П. Драгоманова  
*Науковий керівник: к. пед.н., доц. Стецик С. П.*

## **МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКТІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ**

В умовах переходу на нові освітні стандарти на перше місце виступають інтерактивні методи навчання, одним з яких є метод проєктів. Саме метод проєктів дозволяє організувати навчальний процес таким чином, що практично всі учні виявляються залученими в активний процес пізнання. Не випадково проєктна діяльність проголошена як базова освітня технологія.

Важливість проєктної діяльності обумовлена тим, що найважливішим завданням сучасної системи освіти є формування універсальних навчальних дій, що досягається шляхом свідомого, активного присвоєння учнями соціального досвіду. Як показує практика, проєктна діяльність дітей, організовується на уроках і в позаурочний час, сприяє досягненню особистісних, предметних і метапредметних результатів.

Результатом проєктної діяльності учнів є продукт, вироблений їх зусиллями. Учні радіють власному успіху, бачать важливість своєї діяльності. Це сприяє підвищенню мотивації до освітнього процесу. Крім того, в процесі проєктної діяльності розвивається творчість і фантазія дитини, формується активна життєва позиція, здійснюється інтеграція освітнього процесу [1].

Індивідуальний проєкт являє собою особливу форму організації діяльності учнів (навчальне дослідження або навчальний проєкт). Виконується учнями самостійно під керівництвом вчителя (тьютора) з обраної теми в рамках одного або декількох досліджуваних навчальних предметів, курсів в будь-якій обраній галузі діяльності (пізнавальної, практичної, навчально-дослідницької, соціальної, художньо-творчої тощо)».

У процесі навчання фізики із застосуванням методу проєктів в учнів розвивається пізнавальний інтерес, з'являється можливість поглибити знання, виявити свої схильності і здібності, навчитися експериментувати, спостерігати, працювати з літературою, виступати з доповіддю.

Будувати навчальне заняття з опорою на метод проєктів можна для створення умов більш успішного освоєння учнями нового матеріалу, або систематизації і закріплення вивченого, або відпрацювання навичок вирішення навчальних завдань. Вибір методу наукового пізнання, який буде використаний в навчальному дослідженні, залежить від конкретного змісту навчального заняття.

Для створення умов отримання знань, розвитку умінь і особистісних якостей учнів із застосуванням проєктної діяльності необхідно простежити, щоб всі вони були включені в роботу на основі обліку інтересів і здібностей.

При організації проєктної діяльності в 7-9 класах, коли учнями тільки належить зробити свій вибір, на проєктах з фізики потрібно створити хорошу предметну базу, поглиблюючи їх знання, формувати вміння, необхідні за стандартом, виховувати якості, властиві сучасній успішній людині.

Проєкти, що реалізуються в рамках одного уроку або декількох занять називаються міні-проєктами [2].

При використанні методу проєктів на уроках фізики, учні виконують свої проєкти поетапно: 1) у процесі бесіди або дискусії формулюється проблемне питання, актуалізуються необхідні для подальшого дослідження знання, ставляться цілі і завдання роботи; 2) за допомогою мозкового штурму висувається гіпотеза дослідження; 3) вибирається метод дослідження. Цей вибір може бути здійснений в ході фронтальної бесіди, самостійного обговорення проблеми і гіпотези в групі або ж сформульований учителем. Майстерність вчителя на цьому етапі уроку виправдано лише до тих пір, поки учнями не будуть освоєні методи наукового пізнання. Далі ж проблему вибору методу учні повинні навчитися вирішувати самостійно; 4) учні, працюючи в групі, ведуть пошук вирішення висунутої проблеми, застосовуючи обраний на третьому етапі уроку метод. Потім аналізують отриманий результат і роблять висновки про свою роботу; 5) отримані в ході своїх досліджень результати кожна група оформляє у вигляді конспекту, плану, алгоритму і т.д. Вид звіту обумовлюється до початку виконання роботи; 6) кожна група представляє результати своєї роботи у вигляді усного повідомлення; 7) підводяться підсумки роботи, і дається оцінка діяльності кожної групи. На всю роботу може бути відведено від 15 хвилин уроку до двох академічних годин (декілька уроків) в залежності від обсягу розглянутого матеріалу.

На відміну від проєктів, що вимагають великих часових рамок, проєктний урок може мати місце при вивченні властивостей об'єктів, визначенні взаємозв'язків між об'єктами, встановленні причинно-наслідкових зв'язків між подіями і явищами, доведенні теорем і виведенні формул, відпрацюванні навичок розв'язування різних задач тощо [3].

Прототипом для проєктів можуть служити малюнки і креслення з підручників. Наприклад, відкрити підручники з фізики і запропонувати виготовити прилади згідно з малюнками з підручника. Так можуть бути виготовлені: динамометр, маятник, барометр, прилад для демонстрації закону Паскаля тощо [4].

Виконання навчально-лабораторних проєктів сприяє формуванню і розвитку в учнів вимірювальних умінь і навичок, а також поступово формуються вміння спостерігати за процесами або явищами [5].

Проєктні роботи з фізики виконуються в позаурочний час, в основному у вигляді виготовлення фізичних приладів або діючих моделей природних явищ [4].

Проєктування може бути використано як при вивченні нового матеріалу, так і при закріпленні і відпрацюванні навичок вирішення навчальних завдань [6].

Використання методу проєктів в процесі вивчення фізики дозволяє формувати в учнів регулятивні універсальні навчальні дії, сприяє більш повному засвоєнню матеріалу і розвитку їх самостійності. Вчителю слід враховувати індивідуальні інтереси учнів, їх можливості та здібності під час виконання проєктів, а також слідкувати за тим, щоб в такій роботі були задіяні всі учні.

Реалізація методу проєктів в процесі вивчення фізики дозволяє глибше усвідомити теоретичні основи фізики як предмета, практично застосовувати фізичні знання, як в повсякденному житті, так і в техніці та для пояснення природних явищ.

#### **Список використаних джерел:**

1. Єрмаков І. Г. Метод проєктів у контексті життєвих результатів діяльності учнів І. Г. Єрмаков, С. М. Шевцова // Проєктна діяльність у ліцеї: компетентнісний потенціал, теорія і практика: Науково- методичний посібник / За редакцією С. М. Шевцової, І. Г. Єрмакова, О. В. Батечко, В. О. Жадька. – К.: Департамент, 2008. – 520 с.
2. Хоружа Л. Проєктна культура вчителя: етичний компонент / Л. Хоружа // Шлях освіти. – 2006. – № 4. – С.11-15

3. Буйницька О. Навчально-методичне використання дидактичних засобів на основі мультимедійних технологій у позакласній роботі з фізики / О. Буйницька // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – №3. – С. 17-20.

4. Фабрикiна I. В. Особливостi викладання мови iз застосуванням IКТ // Вивчаємо українську мову та лiтературу. – вересень 2008. – № 27. – С. 2-5.

5. Соловйова О. Ю. Використання комп'ютерних технологiй у курсi фiзики // Фiзика в школах України. – Основа, 2009. – №3. – 20 с.

6. Буйницька О. Використання iнформацiйно-комунiкативних технологiй у шкiльному курсi фiзики [Текст] / О. Буйницька // Фiзика та астрономiя в школi. – 2005. – № 4. – С. 24-29.

**Халмурадова Мiвс**

Студентка 4 курсу

Специальности 014 Середня освіта (Фізика)

Фізико-математичного факультету

НПУ імені М. П. Драгоманова

Науковий керівник: старший викладач Волинець Т. В

## **НАСТУПНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ ПРИ ВИВЧЕННІ СВІТЛОВИХ ЯВИЩ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ II СТУПЕНЯ**

Концептуальні засади реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» передбачають не тільки перехід на нові терміни, структуру та зміст навчання, а й актуалізує питання пошуку шляхів забезпечення цілісного розвитку особистості, з максимальним урахуванням індивідуальних фізичних, психологічних, інтелектуальних особливостей учнів кожної вікової групи [5]. Ці зміни торкнулися і викладання фізики: з одного боку - скорочення змісту навчального матеріалу 7-9 класів, а з другого боку – скорочення фізичної компоненти в пропедевтичному курсі природознавства 5 клас. Тому, в умовах впровадження педагогічних інновацій, питання наступності загострюється. Причина неуспішності школярів на початковому етапі навчання фізики, з якою ми часто стикаємось, криється у нехтуванні наступності змісту природознавства, бо саме звідти починається перше не розуміння фізики.

Курс фізики основної школи за програмою Нової української школи орієнтований на реалізацію принципу наступності у навчанні і ґрунтується на пропедевтиці знань, отриманих на більш ранніх етапах навчання. Предмет природознавство - це той фундамент, на якому базуються всі природничі науки, і якому навчають з першого по п'ятий клас, тому фактично всі природничі науки, для учнів основної школи не нові. Оскільки в основі усіх наук про природу лежить – фізика, яка вивчає основні, найпростіші закони всесвіту, що супроводжують нас на кожному кроці, то акцент в пропедевтиці знань курсу природознавство, робиться саме на неї.

Аналіз змістовної сторони програм Нової української школи з природознавства і фізики основної школи, показав, що елементарне ознайомлення зі світловими явищами зрушено у бік молодшої школи. П'ятикласники продовжують пропедевтичне вивчення світлових явищ, формуючи фундамент для основної школи, де системне вивчення теми «Світлові явища» починається в 9-му класі [3,4].

Вивчення елементарних відомостей з фізики, що стосуються світлових явищ, в природознавстві, пов'язане з головним джерелом світла – Сонцем. Основна мета полягає не в накопиченні фактів і відомостей, а в тому, щоб розвинути в учнів вміння спостерігати й аналізувати доступні їх розумінню світлові явища: вплив Сонця на сезонні зміни у природі, добовий і річний рух Землі, утворення тіні, залежність тіні від положення Сонця. Знаходити в

цих явищах істотні ознаки, узагальнювати здобуті відомості. Значне місце в молодшій школі надається систематичним спостереженням: за Місяцем, за Сонцем, за довжиною тіні гномона.

В 5-му класі, пропедевтика світлових явищ продовжується, знання вміння і навички, якими учні оволоділи в курсі природознавства систематизуються і узагальнюються, щоб в подальшому використовувати їх як основу та фундамент при вивченні світлових явищ на кожному вищому ступені, що формує в учнів основної школи добре погоджену систему знань з фізики [1,2].

Передбачається, що пропедевтичне вивчення світлових явищ в 5-му класі сприятиме узагальненню, розширенню і поглибленню природничих знань здобутих під час вивчення курсу «Природознавство», це забезпечить необхідний фундамент для вивчення розділу «Світлові явища» в курсі фізики основної школи. Враховуючи, той факт, що за діючою програмою світлові явища в фізиці вивчаються вперше в 9 класі, то для забезпечення формування ключових і предметних компетентностей учнів через засвоєння системи інтегрованих знань про природу, курс природознавства повинен підготувати учнів до такого рівня:

1) називати основні світлові (оптичні) явища природи, вміти виділяти їх з розмаїття фізичних явищ, розуміти і пояснювати значення світлових явищ для життя на Землі, наводити приклади джерел і приймачів світла, виховувати вміння бачити красу навколишнього світу.

2) розуміти, що таке світловий потік, світловий промінь, однорідне середовище. Прямолінійне поширення світла . пояснює утворення тіні та півтіні, причину Сонячних і Місячних затемнень. Відбивання світла.

3) розрізняти падаючий, відбитий і заломлений промені, характеризувати кольорову гамму світла, здатні спостерігати прямолінійне поширення світла в однорідному середовищі, відбивання світла, заломлення на межі двох середовищ, утворення кольорової гами світла.

Формувати фізичні поняття при вивченні світлових явищ в закладах середньої освіти II ступеня потрібно таким чином, щоб в свідомості учнів склалася цілісна картина, яку вони можуть охопити єдиною думкою, оскільки не завжди є розуміння, навіть, якщо учні дослівно переказують текст підручника. Необхідно підводити учнів до розуміння фізичних явищ так, щоб вони могли виявити максимум самостійності й активності, збільшувати інтерес учнів до вивчення світлових явищ, розкривати перед учнями явища реального світу - залучити їх у процес пізнання.

#### **Список використаних джерел:**

1. Волинець Т. В. Пропедевтика світлових явищ. *Науковий часопис НПУ імні М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи* : зб. наук. пр. Київ: НПУ, 2013. Вип. 44. С. 27 – 32.
2. Волинець Т. В. Методика вивчення характеристик фізичних об'єктів в курсі природознавства і фізики в основній школі. *Фізика як змістовий і концептуальний елемент природничої освіти і її роль у процесі розбудови нової української школи: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «ЧЕРНІГІВСЬКІ МЕТОДИЧНІ ЧИТАННЯ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ. 2019»*, Чернігів, 19-20 червня 2019. / Національний університет «Чернігівський КОЛЕГІУМ» імені Т. Г. Шевченка. – Чернігів : Десна Поліграф, 2019. С.31-33.
3. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. ПРИРОДОЗНАВСТВО 5 : затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 804 від 07.06.2017.
4. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7-9 : затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 804 від 07.06.2017.
5. Нова українська школа: порадник для вчителя / за заг. ред. Н. М. Бібік. — Київ : Літера ЛТД, 2018. — 160 с.

Наукове видання

**ФІЗИКА і МАТЕМАТИКА: ВЧОРА, СЬОГОДНІ, ЗАВТРА**

*Збірник матеріалів  
Студентської наукової конференції*

(25-27 листопада 2020 р.)

*Матеріали подано в авторській редакції.*

*Відповідальність за достовірність інформації, автентичність цитат,  
правильність фактів та посилань несуть автори та наукові керівники.*