

УДК 37.018.43:004.7

ПЕТРИЧЕНКО Олексій Анатолійович –
аспірант кафедри педагогіки та освітнього менеджменту
Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка
ORCID ID 0000-0003-3725-1324
e-mail: patrick19946085@gmail.com

МОЖЛИВОСТІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Сучасний розвиток суспільства характеризується суттєвим розширенням масштабів і поглибленням наукових досліджень і розробок, що проводяться практично у всіх галузях суспільства, на всіх його рівнях. На цій основі розвиваються існуючі і виникають нові галузі знань та високі технології, створюються нові високоінтелектуальні автоматизовані високопродуктивні засоби діяльності. Розробляються нові матеріали, альтернативні джерела і перетворювачі різних видів енергії, здійснюється їх експериментальне випробування, промислове виробництво та широке застосування. Розвиваються економічні системи (ринки праці, капіталів, товарів і послуг, підвищується конкуренція на цих ринках). Удосконалюються системи управління соціально-економічними і техніко-технологічними процесами.

Як результат, підвищується продуктивність виробництва, швидко змінюються засоби і культура суспільної праці, способи життєдіяльності людини. Зазначені особливості суспільного розвитку призвели до необхідності змін складу, структури і масштабів суспільної діяльності. Вони стали причиною суттєвого підвищення обсягів інформації, що виробляється і циркулює в суспільстві, підвищення динамізму і складності соціально-економічних, науково-технічних та виробничих процесів. За сучасних умов, люди, як визначальні складові соціотехнічних систем, мають встигати за цими змінами, адекватно реагувати на них. Отже з'являється потреба постійного (в темпі реальних змін) переосмислення відомих і набуття нових знань про людину, суспільство і природу, необхідність того, щоб члени суспільства опанували цими знаннями, набували навички життєдіяльності в сучасному світі. Останнє визначає, що людина повинна навчатися впродовж усього життя, а система освіти має надати їй такі можливості.

Для вирішення теоретичних і практичних задач, що виникають при діяльності людини у різних галузях науки, техніки та виробництва з метою звільнення людини від надмірного інтелектуального навантаження великий ефект дає використання обчислювальної техніки при умові достатнього програмного забезпечення й ефективного його використання

Студенти та учні все частіше користуються мобільними телефонами, планшетами та іншими гаджетами, головне призначення яких для названої категорії населення на сьогоднішній день полягає у

розвагах та іграх, хоча можливості у їх використанні набагато ширші. Саме тому перед педагогами загальної середньої та вищої освіти постає завдання забезпечити навчально-виховний процес якісними електронними засобами навчання, але не лише для комп'ютерів, а й для інших сучасних пристроїв, які можна було б використовувати для навчального процесу в загальноосвітніх та ВНЗ [6].

Також необхідно відзначити низку негативних тенденцій, серед яких поглиблення розриву між:

- можливими засобами навчання та рівнем оснащення закладів освіти відповідним обладнанням;
- бажанням в студентів навчатися з метою улаштування власного життя і освітніми послугами, які надаються в системах освіти.

Тому виникла необхідність у системному науково-теоретичному дослідженні, спрямованому на обґрунтування запровадження хмарних технологій. Недостатня увага до цих питань негативно відбивається на рівні ІКТ-компетентності учасників освітнього процесу, організації їх навчальної та наукової діяльності [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Модернізація сучасної освіти залежить не лише від змін у змісті навчальних дисциплін, в удосконаленні методики викладання та розширенні арсеналу методичних прийомів та активізації діяльності учнів. В.О. Огнев'юк зазначає: «Особливого значення на шляху вдосконалення освіти набуває використання як традиційних, так і новітніх освітніх технологій як ефективного способу залучення до культури. Навчальні технології – важливий фактор трансляції культури, оскільки їх ефективно поєднання й застосування дає змогу не лише залучити учнів і студентів до навчальної й наукової діяльності, що значно підвищує ступінь соціалізації особистості, але й опанувати методи, прийоми й знаряддя культуротворення» [11, с. 284].

Завдяки впровадженню інформаційних технологій в освіту з'явилися нові можливості для індивідуалізації та диференціації навчального процесу, зорієнтованого на розвиток самостійного мислення та ефективну організацію пізнавальної діяльності студентів. Особливої уваги заслуговують інформаційно-комунікаційні технології як один із дієвих засобів інтерактивного навчання. А.А. Дзюбенко визначає інформаційні комунікаційні технології навчання як сукупність програмних, технічних, комп'ютерних і комунікаційних засобів, а також способів та новаторських методів їхнього застосування для

забезпечення високої ефективності й інформатизації освітнього процесу [5].

Світовий досвід упровадження технології хмарних обчислень в освіту детально проаналізували у своїх роботах Н. Склейгер і К. Хеввіт. Використання хмарних технологій для організації навчання розкрито у роботах С.Г. Литвинової, Н.В. Морзе, О.Г. Кузьминської, систему організації самостійної роботи за допомогою хмарних сервісів відображено у роботах Г.А. Алексанян, організація «віртуальної» учительської роботи засобами Google досліджується Л.В. Рождественською.

Концепція ХТ включає в себе багато понять: інфраструктура, програмне забезпечення, платформа, дані, робоче місце тощо. Головною функцією ХТ є задоволення потреб користувачів, що потребують віддаленої обробки даних. В.Ю. Биков зазначає: «За цією концепцією завдяки спеціальному інтерфейсу користувача, що підтримується системними програмними засобами мережного налаштування, в адаптивних інформаційно-комунікаційних мережах (ІКМ) формуються мережні віртуальні ІКТ-об'єкти. Такі об'єкти як мережні віртуальні майданчики є ситуаційною складовою логічної мережної інфраструктури ІКМ із тимчасовою відкритою гнучкою архітектурою, що за своєю будовою і часом існування відповідає персоніфікованим потребам користувача (індивідуальним і груповим), а їхнє формування і використання підтримується ХО-технологіями» [1, с. 8].

Мета статті полягає в розкритті поняття «хмарні технології», виявленні їх особливостей та перспектив використання у професійній підготовці майбутніх учителів.

Методи дослідження. В ході дослідження нами були використані такі методи дослідження: аналіз, узагальнення, систематизація науково-методичної та спеціальної літератури.

Об'єктом дослідження стали ХТ в освіті, а предметом дослідження – застосування можливостей ХТ при підготовці майбутніх учителів математики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Хмарні сервіси, що дозволяють перенести обчислювальні ресурси й дані на віддалені інтернет-сервери, в останні роки стали одним з основних трендів розвитку ІТ-технологій. Концепція хмарних обчислень з'явилася ще в 1960 році, коли американський учений, фахівець з теорії ЕОМ Джон Маккарті (John McCarthy) висловив припущення, що коли-небудь комп'ютерні обчислення стануть надаватися подібно комунальним послугам (public utility). Розповсюдження мереж з високою потужністю, низька вартість комп'ютерів і пристроїв зберігання даних, а також широке впровадження віртуалізації, сервіс-орієнтованої архітектури привели до величезного зростання хмарних обчислень. Кінцеві користувачі можуть не перейматися роботою обладнання технологічної інфраструктури «в хмарі», яка їх підтримує. Аналогією обчислювальних «хмар» зі звичного

життя можуть служити електростанції. Хоча домовласник може купити електрогенератор і піклуватися про його справність самостійно, більшість людей воліє отримувати енергію від централізованих постачальників.

Майже всі сучасні характеристики хмарних обчислень, порівняння їх з електроенергетикою та використання приватних, публічних та громадських моделей були представлені Дугласом Паркхілом (Douglas Parkhill) в книзі «The Challenge of the Computer Utility», в 1966 році. Згідно інших джерел, хмарні обчислення беруть початок з 1950-х років, коли вчений Херб Грош (Herb Grosch) стверджував, що весь світ буде працювати на терміналах, якими керують близько 15 великих центрів обробки даних. Сам термін «хмара» походить з телефонії, тому що телекомунікаційні компанії, які до 1990-х років пропонували в основному виділені схеми передачі «точка-точка», почали пропонувати віртуальні приватні мережі (VPN), з порівняною якістю обслуговування, але при набагато менших витратах. Перемикаючи трафік для оптимального використання каналів вони мали змогу більш ефективно використовувати мережу. Символ хмари був використаний для позначення розмежування між користувачем і постачальником.

Ключову роль в розвитку хмарних обчислень зіграв Amazon, модернізувавши свої центри обробки даних, які, як і більшість комп'ютерних мереж в один момент часу використовують лише 10 % своєї потужності, заради забезпечення надійності при стрибку навантаження.

За визначенням О.О. Гриб'юка [4], хмара – це великий пул легко використовуваних і доступних віртуалізованих інформаційних ресурсів (обладнання, платформи розробки та/або сервіси), а З.С. Сейдаметова [14] це поняття трактує як складну інфраструктуру з великою кількістю технічних деталей, захованих в «хмарх». З-поміж найбільш поширених освітніх сервісів і систем називають Black board, Moodle, Microsoft Live@edu, Google Apps для освіти, Групи Google [14]. Масового розповсюдження хмарні технології набули після впровадження компанією Google платформи Google Apps для веб-додатків. Загалом, наразі основними провайдерми хмарних технологій є Amazon, Google, Salesforce [8].

Моніторинг інформації, представленої в мережі Інтернет, дозволив з'ясувати, що на даний час існує низка досліджень, направлених на використання хмарних технологій у навчальному процесі, вивчення загальних педагогічних аспектів їх впровадження в систему освіти, використання хмарних технологій у дистанційному навчанні [12]. Лідером в сфері комерційних «хмарних» сервісів Н.В. Морзе вважає компанію Microsoft, яка пропонує відповідні рішення замовникам за допомогою Microsoft Online Services та платформи Windows Azure. Моніторинг рівня сформованості інформативних компетентностей випускників 2010 року, яким було охоплено понад 1000 учнів із усіх областей України, було здійснено завдяки

застосуванню платформи Windows Azure. За допомогою порталу, розробленому компанією КіберБіонік Систематікс Україна на основі платформи Microsoft Azure, можна проводити тестування понад 5000 учнів одночасно, здійснювати автоматизовану перевірку результатів тестування, контролювати процес оцінки знань по всій Україні, забезпечувати захист та конфіденційність даних [9]. Втім, натеper популярності набувають хмарні сервіси, за допомогою яких викладач отримує можливість розробляти власні або використовувати існуючі тести. Прикладом такого сервісу для швидкої та якісної розробки власних тестів є OpenTest [2]. Вочевидь, застосування таких хмарних технологій мало б позитивний вплив на якість освіти майбутніх математиків. Доцільність проведення тестового контролю для оцінки навчальних досягнень вже доведена фахівцями і не викликає сумнівів.

Ділячись досвідом інтеграції хмарних технологій Google Apps у інформаційно-освітній простір, В.П. Олексюк вказує напрямки застосування «хмарного» програмного забезпечення, серед яких перспективним вважає розгортання служб Google Apps, результатом інтеграції яких з власними веб сервісами навчального закладу буде гібридний інформаційно-освітній простір ВНЗ і представляє реалізацію цієї концепції на фізико-математичному факультеті ТНПУ імені Володимира Гнатюка [12].

Як наголошує З.С. Сейдаметова, хмарні технології для ВНЗ від Google мають ряд переваг, серед яких головними виступають мінімальні вимоги до апаратного забезпечення, відсутність необхідності мати спеціальне програмне забезпечення, підтримка всіх операційних систем і клієнтських програм, можливість використовувати для роботи з документами будь-якого мобільного пристрою, що підтримує роботу в Інтернеті, а також відсутність плати за інструменти Google Apps Education Edition [14].

Одним з напрямків застосування хмарних технологій в освіті за оцінками А.І. Газейкіної [3] є переміщення в хмару систем управління навчанням (Learning Management Systems, LMS), коли передача підтримки таких LMS як Blackboard, Moodle зовнішнім провайдером дозволяє освітнім установам заощаджувати кошти на покупці і підтримці дорогого обладнання та програмного забезпечення. У результаті проведеного дослідження, вона дійшла висновку, що найбільш поширеним напрямком використання хмарних технологій є застосування моделі хмари «програмне забезпечення як сервіс», та серед інших таких технологій особливо відзначила сервіс Google Docs (Документи Google), за допомогою якого студенти мають можливість виконувати сумісні проекти, обговорювати їх, публікувати результати в мережі Інтернет, з метою подальшого аналізу створювати звідні таблиці і діаграми, а також проводити тестовий контроль і самоконтроль навчальних досягнень. Крім зазначеного сервісу, інструментами цієї технології є

електронна пошта Gmail, календар Google, диск Google – сховище для зберігання власних файлів, сайти Google – інструмент, який дозволяє створювати сайти за допомогою стандартних шаблонів [3]

Хмарні технології, з точки зору Ю.Г. Лотюк, дозволяють підвищити якість підготовки студентів вищих навчальних закладів та покращити контакт викладача із студентами. Для побудови системи навчання студентів на основі хмарних технологій при вивченні математики автор пропонує у приватній хмарі університету розмістити електронний навчальний посібник, який складається з теоретичного матеріалу та прикладних завдань і стверджує, що з цією метою слід застосовувати комп'ютерну систему Moodle [8]. Ми також переконані, що наявність електронних навчальних посібників сприяє вдосконаленню процесу підготовки майбутніх учителів математики: наявність такої літератури в поєднанні із хмарними технологіями дає можливість студентам поповнювати знання у будь-який час, маючи доступ до віддалених освітніх ресурсів.

Microsoft Office 365 для освітніх установ дозволяє користуватися всіма можливостями «хмарних» служб, допомагаючи економити час та кошти, а також підвищує працездатність студентів, а серед найбільш відчутних переваг розробники називають можливість проведення віртуальних уроків та використання сайтів груп, які дозволяють студентам "тримати руку на пульсі" [10].

Зі свого боку М.А. Шиненко розкриває функціональні можливості хмарних технологій при організації дистанційного навчання як навчання у хмарі (за допомогою сервісу Google Groups), моніторингу якості освіти (за допомогою Google Doc), впровадженні системи аналітики (за допомогою Google Analytics). Вочевидь, зазначені можливості ХТ доцільно реалізувати в ВНЗ. Особливо це стосується дистанційного навчання: застосування таких технологій на період відсутності студента забезпечує йому вільний доступ до навчальних матеріалів та створює ефект присутності на заняттях та консультаціях [15].

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Виконавши систематизацію перспектив застосування хмарних технологій у освіті, ми прийшли до висновку, що при підготовці майбутніх учителів математики використання таких технологій має відбуватись у наступних напрямках:

– для студентів – персональний набір програмного забезпечення залежно від спеціалізації, курсу, можливість дистанційного навчання, доступність бібліотечних фондів;

– для викладачів – дистанційне керівництво навчальною та науковою діяльністю студентів, налаштування консультативної роботи, обговорення актуальних тем зі студентами та колегами, спільне проведення лекцій;

– для ВНЗ – організація віртуальних конференцій, публікація матеріалів навчальної та

наукової діяльності в мережі Інтернет, розробка і підтримка сайту навчального закладу.

Наступні дослідження заплановано направити на розробку моделі професійної підготовки майбутніх вчителів математики шляхом впровадження хмарних технологій.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ. *Інформаційні технології в освіті*. № 10. 2011. С. 8–23.
2. Вакалюк Т.А. Можливості використання хмарних технологій в освіті. *Актуальні питання сучасної педагогіки* : матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Острог, 1-2 лист. 2013 р. Херсон: Гельветика, 2013. С. 97–99.
3. Газейкина А. И., Кувина А. С. Применение облачных технологий в процессе обучения школьников. *Информац. технологи в образовании*. 2012. № 6. С. 55–59.
4. Гриб'юк О. О. Перспективи впровадження хмарних технологій в освіті. URL: http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Copy.pdf (дата звернення: 27.03.2019).
5. Дзюбенко А. А. Новые информационные технологии в образовании. М., 2000. 104 с.
6. Кремень В. Г. Вступне слово. *Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура* / за ред. В. Г. Кременя. К.: Педагогічна думка, 2008. С. 6–8.
7. Кремень В. Г. Людина перед викликом цивілізації: творчість, людина, освіта. *Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура* / за ред. В. Г. Кременя. К.: Педагогічна думка, 2008. С. 9–48.
8. Лотюк Ю. Г. Хмарні технології у навчальному процесі ВНЗ. *Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та ВНЗ*. 2013. Вип. 1. С. 61–67.
9. Морзе Н. В., Кузьмінська О. Г. Педагогічні аспекти використання хмарних обчислень. *Інформаційні технології в освіті*. 2011. № 9. С. 20–29.
10. Обзор облачных образовательных сервисов Майкрософт для образовательного учреждения. URL: <http://shkolaedu.softline.ru/uploads/documents/03f2fa9a615c16515cfd3f62195f072a9276367e.pdf> (дата звернення: 27.03.19).
11. Огневу'к В.О. Освіта в системі цінностей сталого людського розвитку. К. : Знання Укр., 2003. 448 с.
12. Олексюк В. П. Досвід інтеграції хмарних сервісів Google apps у інформаційно-освітній простір вищого навчального закладу. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Том 35. № 3. С. 64–73.
13. Садовий М. І., Трифонова О. М., Хомутенко М. В. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. *Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки* : зб. наук. пр. Черкаси, 2016. Вип. 7. С. 8–16.
14. Сейдаметова З. С., Сейтвєлієва С. Н. Облачные сервисы в образовании. *Інформаційні технології в освіті*. 2011. Вип. 9. С. 104–110.
15. Шиненко М. А., Сороко Н. В. Використання хмарних технологій для професійного розвитку вчителів (зарубіжний досвід). *Інформаційні технології в освіті*. 2012. С. 206–214.

REFERENCES

1. Bykov, V. Yu. (2011). Khmarni tekhnologii, IKT-outsorsinh i novi funksii IKT pidrozdiliv osvitnikh i naukovykh ustanov [Cloud technologies, ICT outsourcing and

new functions of ICT units of educational and scientific institutions]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*, №10, 8–23.

2. Vakaliuk, T. A. (2013). Mozhyvosti vykorystannia khmarnykh tekhnologii v osviti [Possibilities of using cloud technologies in education]. *Aktualni pytannia suchasnoi pedahohiky* : materialy mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii, Ostroh, 1-2 lystopada 2013 roku. Vydavnychiy dim "Helvetyka", Kherson, Ukraine, 97–99.

3. Hazeikyna, A. Y. and Kuvyna, A. S. (2012). Prymenenye oblachnykh tekhnolohiy v protses se obuchenya shkolykov [Application of cloud technologies in the process of teaching schoolchildren]. *Ynformatsyonnie tekhnolohy v obrazovanyu*, № 6, 55–59.

4. Hrybiuk, O. O. Perspektyvy vprovadzhennia khmarnykh tekhnologii v osviti [Prospects for the introduction of cloud technologies in education], available at: http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Copy.pdf (accessed 27 March 2019).

5. Dziubenko, A. A. (2000). Novye ynformatsyonnye tekhnolohiy v obrazovaniy [New Information Technologies in Education]. Moscow, Russian.

6. Kremen, V. H. (2008). Vstupne slovo [Introductory word]. *Fenomen innovatsii: osvita, suspilstvo, kultura* / za red. Kremenya, V. H. Pedahohichna dumka, Kyiv, Ukraine, 6–8.

7. Kremen, V. H. (2008). Liudyna pered vyklykom tsyvilizatsii: tvorchist, liudyna, osvita [Man before the challenge of civilization: creativity, person, education]. *Fenomen innovatsii: osvita, suspilstvo, kultura* / za red. Kremenya, V. H. Pedahohichna dumka, Kyiv, Ukraine, 9–48.

8. Lotiuk, Yu. H. (2013). Khmarni tekhnologii u navchalnomu protsesi vnz [Cloud technologies in the educational process]. *Psykhologo-pedahohichni osnovy humanizatsii navchalno-vykhovnoho protsesu v shkoli ta VNZ*, № 1, 61–67.

9. Morze, N. V. and Kuzminska, O. H. (2011). Pedahohichni aspekty vykorystannia khmarnykh obchyslen [Pedagogical aspects of using cloud computing]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*, № 9, 20–29.

10. Obzor oblachnykh obrazovatelnykh servysov Maikrosoft dlia obrazovatelnoho uchrezhdeniya [Overview of cloud educational services for educational institution], available at: <http://shkolaedu.softline.ru/uploads/documents/03f2fa9a615c16515cfd3f62195f072a9276367e.pdf> (accessed 27 March 2019).

11. Ohneviuk, V. O. (2003). Osvita v systemi tsinnosti staloho liudskoho rozvytku [Education in the system of values of sustainable human development]. *Znannia Ukrainy*, Kyiv, Ukraine.

12. Oleksiuk, V. P. Dosvid intehratsii khmarnykh servisiv google apps u informatsiino-osvitnii prostir vyshchoho navchalnoho zakladu [The experience of integration of cloud apps of google apps in the information and educational space of a higher educational establishment]. *Inform. tekhnologii i zasoby navchannia*, T. 35, № 3, 64–73.

13. Sadovyi, M. I., Tryfonova, O.M., Khomutenko, M.V. (2016). Metodyka formuvannia uiaflen pro suchasnu naukovu kartynu svitu v khmaro oriietovanomu navchalnomu seredovyschi [Method of formation of representations about the modern scientific picture of the world in a cloud-oriented learning environment]. *Bulletin of the Cherkasy National University. Series: Pedagogical sciences: Sb. sciences Prospekt*, 8–16.

14. Seidametova, Z. S., Seitvelyeva, S. N. (2011). Oblachnye servisy v obrazovanii [Cloud services in education]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*, № 9, 104–110.

15. Shynenko, M. A. and Soroko, N. V. (2012). Vyorystannia khmarnykh tekhnologii dlia profesiinoho rozvytku vchyteliv (zarubizhnyi dosvid) [Use of cloud

technologies for professional development of teachers (foreign experience)]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*, 206–214.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ПЕТРИЧЕНКО Олексій Анатолійович – аспірант кафедри педагогіки та освітнього менеджменту Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: хмарні технології та соціальні мережі для навчання.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

PETRICHENKO Alexey Anatolyevich – postgraduate student of the Department of Pedagogy and Educational Management of the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko.

Circle of research interests: cloud technologies and social networks for learning.

Дата надходження рукопису 29.03.2019р.

УДК 378.147

ПРАВДА Михайло Іванович –

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики Запорізького національного технічного університету

ORCID ID 0000-0002-5374-5538

e-mail: pravda@zntu.edu.ua

КУРБАЦЬКИЙ Валерій Петрович –

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри мікро- та наноелектроніки Запорізького національного технічного університету

ORCID ID 0000-0002-3927-9657

e-mail: kurbat@zntu.edu.ua

ЗІТКНЕННЯ КУЛЬ У ЛАБОРАТОРНОМУ ФІЗИЧНОМУ ПРАКТИКУМІ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Фізичні явища при зіткненні тіл досить складні. Тіла що зіткаються деформуються, виникають пружні сили і сили тертя, в тілах збуджуються коливання та хвилі і т. і. [1, с. 144]. Відрізняють два крайніх випадки зіткнень: *не пружне* та *пружне*. Під час не пружного зіткнення всі вище згадані процеси в решті решт припиняються і в подальшому обидва тіла, з'єднавшись разом, рухаються як єдине тверде тіло.

Цікаві перетворення кінетичної та потенціальної енергій спостерігаються при *абсолютно пружному зіткненні*. Так називають зіткнення тіл, в результаті якого їх внутрішня енергія не змінюється. У чистому вигляді такий випадок зіткнення макроскопічних тіл не зустрічається, але до нього можна підійти досить близько, наприклад, при зіткненні бильярдних куль виготовлених із слонової кістки або металевих куль виготовлених із загартованої сталі.

Із загальних міркувань зрозуміло, що зіткнення куль не відбувається миттєво, а навпаки триває певний час. Зрозуміло, що безпосереднє теоретичне та дослідне визначення цього часу являє собою актуальне завдання як із наукової так і з методичної точки зору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз публікацій на цю тему показує, що у більшості лабораторних практикумів задача безпосереднього визначення часу зіткнення куль не ставиться взагалі. Визначенню власне часу зіткнення куль присвячені методичні розробки у не багатьох фізичних практикумах. Наприклад, у фундаментальному практикумі [2, с.62] час зіткнення куль визначається за допомогою балістичного гальванометра. Якщо металеві кулі з'єднати провідником із зарядженим конденсатором,

то конденсатор під час зіткнення куль буде розряджатись і час зіткнення можна ототожнити із часом розрядки. Для теоретичного визначення часу зіткнення в роботі пропонується наступна формула:

$$\tau = \alpha \cdot v^\beta, \tag{1}$$

де v - відносна швидкість куль, а α та β - коефіцієнти, що визначаються експериментально. Таким чином в роботі пропонується напівемпіричний метод теоретичного визначення τ .

У роботі [3, с.62] для експериментального визначення часу зіткнення через електричний контакт між кулями пропускають змінний електричний струм у вигляді П-подібних електричних імпульсів. За допомогою спеціального лічильника імпульсів визначають їх кількість, що проходить через контакт між кулями за певний фіксований час (наприклад за 1 секунду) та за час зіткнення. Після чого час зіткнення визначається за формулою:

$$\tau = t \cdot N / N_0, \tag{2}$$

де t - час експозиції, N – кількість імпульсів за час зіткнення, N_0 – кількість імпульсів за час експозиції. Для теоретичної оцінки тривалості зіткнення в роботі пропонується наступна формула:

$$\tau = c \cdot \varphi^k, \tag{3}$$

де φ - кут відхилення однієї кулі із положення рівноваги; c – стала величина, що залежить від пружних властивостей матеріалу, із якого зроблені кулі; k – показник ступеня, який визначається експериментально. Таким чином і в цій роботі також пропонується напівемпіричний метод теоретичного визначення τ .