

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
фізико-математичний факультет
кафедра фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

з теми: «РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ В ХОДІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ»

Виконав:

Здобувач вищої освіти 2-го курсу,
F1-M23 групи
фізико-математичного факультету
спеціальності 014 Середня освіта
(Фізика та астрономія)

Цибуля Ігор Миколайович

Керівник:

Кух Аркадій Миколайович,
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри фізики.

Кам'янець-Подільський, 2024 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ПРОГРАМ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ	6
1.1 Огляд особливостей використання <code>gnu octave</code>	6
1.2 Дослідження інструментальних можливостей інших програм для обчислювальних експериментів	8
1.3 Перспективи використання обчислювальних інструментів в навчанні фізики	11
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА ІНСТРУМЕНТИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ.....	13
2.1 Методика дослідження	13
2.2 Загальна структура та підхід до розв'язку задач у <code>gnu octave</code>	36
2.3 Візуалізація результатів у <code>gnu octave</code>	43
2.4 Оцінка точності числових розв'язків	48
РОЗДІЛ 3. ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ	51
3.1 Проведення експерименту	51
3.2 Аналіз результатів.....	58
3.3 Методичні рекомендації.....	60
ВИСНОВОК	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ	66

ВСТУП

Актуальність дослідження. У сучасному світі стрімкий розвиток інформаційних технологій відкриває нові можливості для освіти, зокрема у викладанні точних наук. Фізика, як одна з найважливіших природничих дисциплін, потребує сучасних підходів до вивчення складних явищ і процесів.

Обчислювальний експеримент є сучасним підходом до вивчення фізичних явищ, який забезпечує можливість наочного представлення складних процесів. Він дозволяє досліджувати явища, які важко вивчити за допомогою традиційних методів через високу вартість обладнання чи небезпечні умови експерименту. Завдяки використанню обчислювальних інструментів стає можливим ефективно працювати з великими обсягами даних і вирішувати задачі, що містять складні рівняння, розв'язання яких вручну практично неможливе.

У школах та університетах, де лабораторні досліди можуть бути обмежені через нестачу обладнання, обчислювальний експеримент стає альтернативним способом дослідження фізичних явищ.

Моделювання фізичних процесів за допомогою наприклад GNU Octave дає змогу глибше зрозуміти принципи, що лежать в основі явищ, і вчить працювати з реальними даними.

Мета роботи: дослідження можливостей використання обчислювального експерименту, зокрема з застосуванням GNU Octave, для підвищення ефективності навчання фізики.

Досягнення мети дослідження передбачало розв'язання таких завдань:

- проаналізувати переваги та недоліки програмного забезпечення для обчислювальних експериментів, зокрема GNU Octave, у контексті навчання фізики;
- розробити методику застосування обчислювальних інструментів для вирішення фізичних задач;
- експериментально перевірити методику застосування обчислювальних інструментів для вирішення фізичних задач;

- сформулювати методичні рекомендації щодо інтеграції обчислювальних експериментів у освітню практику.

Об'єктом дослідження є процес підготовки учнів з фізики із застосуванням обчислювальних експериментів.

Предметом дослідження є використання GNU Octave для розв'язання фізичних задач у процесі навчання учнів.

Методи дослідження. У дипломній роботі використовувалися комплексні методи дослідження, що включають як теоретичні, так і практичні підходи. Серед теоретичних методів було здійснено аналіз наукової літератури та існуючих методик, що стосуються використання обчислювальних інструментів у фізичній освіті. Це дозволило систематизувати знання про переваги й обмеження таких інструментів, зокрема GNU Octave, Python та Matlab, та визначити їхній потенціал для інтеграції у навчальний процес.

Практична частина дослідження включала експериментальні методи, що базувалися на моделюванні фізичних процесів із застосуванням обчислювальних інструментів. Використовувалися також методи візуалізації та аналізу даних, які дозволили продемонструвати ефективність розроблених підходів.

Апробація результатів дослідження. Наукові результати дослідження були представлені під час засідань науково-дослідної лабораторії фізико-математичного факультету «Управління навчально-пізнавальною діяльністю», на студентських наукових конференціях за підсумками виконаних досліджень у 2023-2024 навчальному році.

Структура і обсяг дипломної роботи. Дипломна робота структурно ділиться на три розділи. Перший розділ включає аналітичний огляд переваг, недоліків і перспектив використання обчислювальних інструментів у навчальному процесі з фізики, зокрема розгляд можливостей GNU Octave та інших програм для обчислювальних експериментів. Другий розділ присвячений розробці методики використання обчислювальних інструментів у навчанні фізики, опису підходів до вирішення фізичних задач, візуалізації

результатів і оцінки точності числових розв'язків. Третій розділ зосереджений на проведенні педагогічного експерименту для перевірки ефективності запропонованої методики та формулюванні методичних рекомендацій щодо її впровадження у навчальний процес.

Загальний обсяг роботи 69 сторінки, основний текст займає 63 сторінок; робота складається з вступу, трьох розділів, загальних висновків дослідження, списку використаних джерел (47 найменувань).

ВИСНОВОК

Отже, у світі, де цифрові технології стали невід'ємною частиною наукової та професійної діяльності, навчання через обчислювальні експерименти сприяє розвитку критичного мислення, навичок програмування та здатності застосовувати теорію на практиці. Використання обчислювальних експериментів дозволяє перейти від традиційного навчання до інтерактивного та гнучкого підходу, роблячи процес вивчення фізики більш динамічним і цікавим для студентів.

- Аналіз переваг і недоліків обчислювальних експериментів показав, що вони мають значний потенціал у навчанні. Наприклад, програмне забезпечення GNU Octave забезпечує доступність та ефективність моделювання фізичних процесів, що дає змогу студентам виконувати розрахунки відповідно до свого рівня підготовки та поступово ускладнювати завдання. Водночас обчислювальні експерименти відкривають можливість моделювати явища, які складно чи неможливо відтворити у реальних лабораторіях, наприклад, рух тіл в умовах мікрогравітації, атомні чи космічні процеси, а також потенційно небезпечні явища (наприклад, вибухи чи радіацію) без ризику для здоров'я.

- У ході педагогічного експерименту було перевірено ефективність використання обчислювальних інструментів, зокрема GNU Octave, у навчанні фізики. Дослідження проводилося на базі старших класів загальноосвітньої школи та включало порівняння навчальних результатів контрольної та експериментальної груп. В експериментальній групі використовувалися розроблені методики, які включали чисельні моделювання фізичних явищ, візуалізацію процесів і аналіз результатів із застосуванням GNU Octave.

Результати експерименту продемонстрували суттєве покращення розуміння фізичних концепцій, розвиток навичок аналітичного мислення та підвищення зацікавленості учнів у предметі в експериментальній групі. Аналіз результатів підтвердив, що інтеграція обчислювальних експериментів у

навчальний процес сприяє підвищенню його ефективності, хоча успішність реалізації залежить від технічної підготовки вчителів і доступності ресурсів.

- Також у роботі було визначено методику застосування обчислювальних інструментів для вирішення фізичних задач, що базується на систематичному підході до побудови, розв'язання та аналізу моделі. Методика передбачає три основні етапи: побудову фізичної моделі, її математичне представлення та чисельне розв'язання із застосуванням обчислювального інструменту, такого як GNU Octave. На кожному етапі забезпечується інтуїтивно зрозуміла інтеграція програмного забезпечення для підвищення ефективності роботи.

Для вирішення задачі спочатку формулюються закони фізики, які описують явище, і визначаються параметри моделі. Далі модель перекладається в математичну форму, що включає диференціальні рівняння або рівняння збереження. На заключному етапі чисельні методи, вбудовані в GNU Octave, використовуються для розв'язання рівнянь і візуалізації результатів, що забезпечує глибше розуміння фізичних явищ і формує практичні навички роботи з сучасними інструментами.

- Методичні рекомендації для вчителів показали, як обчислювальні експерименти можна інтегрувати в навчальний процес для формування аналітичного, системного та міждисциплінарного мислення. Це допомагає студентам краще зрозуміти взаємозв'язок між теорією, експериментом і чисельним аналізом, сприяючи підготовці молодих дослідників до сучасних викликів науки й техніки.

Використання цифрових інструментів у фізичному моделюванні також дозволяє глибше зрозуміти складні явища, такі як квантова механіка чи теорія відносності, роблячи їх доступними для розуміння через інтерактивні моделі. Крім того, інтеграція фізики з іншими дисциплінами, такими як інформатика та математика, створює основу для міждисциплінарного підходу до навчання, що не лише розширює кругозір студентів, але й формує нові методики викладання.

Перспективи використання обчислювальних експериментів включають автоматизацію аналізу великих обсягів експериментальних даних і прискорення наукових досліджень. Наприклад, моделювання турбулентності, кліматичних явищ або інших складних фізичних систем може стати важливою складовою як навчання, так і науки. У результаті обчислювальний експеримент стає не лише ефективним інструментом навчання, а й засобом розширення меж досліджень у фізиці та суміжних науках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Гнатюк, С. В. Впровадження STEM-освіти у школах України. — Харків: Вид-во ХНУ, 2021. — 330 с.
2. Головка, Т. М. Комп'ютерні технології в навчальному процесі. — Львів: ЛНУ, 2020. — 245 с.
3. Гриньов, А. В. Основи педагогіки: Навчальний посібник. — Київ: Видавництво "Освіта", 2019. — 352 с.
4. Зінченко, А. М. Порівняльний аналіз програмних засобів для фізичного моделювання. // Освіта і сучасність, 2022. — № 1. — С. 88–95.
5. Іваненко, Н. О. Використання програмного забезпечення для фізичного моделювання. — Полтава: Вид-во ПолтНТУ, 2020. — 220 с.
6. Іваненко, О. М. Моделювання фізичних явищ із використанням сучасного програмного забезпечення. — Київ: Видавництво КНУ, 2018. — 220 с.
7. Коваленко, В. І. Ефективність використання обчислювальних методів у викладанні фізики. — Полтава: ПолтНТУ, 2021. — 198 с.
8. Коваль, Р. В. Комп'ютерне моделювання фізичних явищ: навчальний посібник. — Львів: ЛНУ, 2020. — 280 с.
9. Ковальчук, І. І. Технології візуалізації фізичних процесів. — Харків: Вид-во ХНУ, 2021. — 260 с.
10. Кравченко, Л. М. Інформаційні технології у викладанні природничих наук. — Одеса: Вид-во ОНУ, 2019. — 265 с.
11. Кременецький, І. В. Методика викладання фізики: Теорія та практика. — Львів: Центр освіти і науки, 2020. — 412 с.
12. Лисенко, Т. О. Розвиток STEM-освіти в Україні: досвід і перспективи. — Київ: Вид-во КНУ, 2022. — 295 с.
13. Мельник, В. С. Обчислювальні технології в освіті: Навчальний посібник. — Київ: Видавництво КНУ, 2021. — 290 с.
14. Мельниченко, О. Г. Інноваційні технології у викладанні фізики. — Одеса: Видавництво ОНУ, 2019. — 280 с.

- 15.Олексійчук, О. В. Комп'ютерні методи у фізичному експерименті. // Вісник НАН України, 2021. — № 5. — С. 90–96.
- 16.Павленко, І. В. Аналіз точності обчислень у фізичних моделях. // Журнал «Науковий світ», 2020. — № 8. — С. 78–84.
- 17.Петрова, Ю. А. Використання обчислювальних експериментів у школі. — Київ: Вид-во Університету Грінченка, 2021. — 250 с.
- 18.Пономаренко, М. В. STEM-підхід у сучасній освіті. // Освіта і сучасність, 2021. — № 10. — С. 65–72.
- 19.Сидоренко, Н. П. Моделювання фізичних явищ у середовищі GNU Octave. // Журнал «Фізика в школах України», 2018. — № 4. — С. 45–50.
- 20.Сидоренко, Н. П. Освітні комп'ютерні експерименти: Методичний підхід. — Дніпро: Вид-во ДНУ, 2018. — 215 с.
- 21.Хоменко, Т. С. Використання GNU Octave для обчислювальних експериментів у фізиці. // Фізика та комп'ютерна освіта, 2022. — № 3. — С. 45–56.
- 22.Шевченко, О. Ю. Використання обчислювальних експериментів у навчанні фізики. // Вісник НАН України, 2019. — № 12. — С. 120–128.
- 23.Шевченко, П. І. Використання комп'ютерного моделювання в навчанні фізики. — Харків: Вид-во НУП, 2017. — 300 с.
- 24.Щербаков, Д. В. Комп'ютерне моделювання у шкільній фізиці: Навчальний посібник. — Харків: ФОП Шевченко, 2020. — 320 с.
- 25.Barlow, K. Computational Problem Solving with Octave. — Taylor & Francis, 2020. — 300 p.
- 26.Bianchi, F. Computational Experiments in Physics Education: Practical Approaches. — Elsevier, 2021. — 290 p.
- 27.Brown, R., & Smith, P. Practical Programming for Scientists: Using Python and Octave. — Cambridge University Press, 2019. — 340 p.
- 28.Fletcher, J. Optimizing Scientific Calculations with Octave. — Packt Publishing, 2021. — 295 p.

29. Franklin, J. *Analyzing Scientific Data with GNU Octave*. — Elsevier, 2020. — 290 p.
30. Gough, J. *Advanced Physics Simulations using GNU Octave*. — Taylor & Francis, 2020. — 375 p.
31. Goodwin, G. C. *Control System Design with GNU Octave*. — Springer, 2021. — 278 p.
32. Goodman, E., & Lee, C. *Visualizing Data with Octave*. — Springer, 2021. — 215 p.
33. Gordon, T. *Parallel Computing with GNU Octave*. — Springer, 2022. — 350 p.
34. Harper, D., & Chase, B. *Building Scientific Models with Octave*. — Cambridge University Press, 2019. — 275 p.
35. Harris, T. *A Beginner's Guide to GNU Octave*. — Packt Publishing, 2018. — 150 p.
36. McGraw, D. *Applied Computational Physics*. — Wiley, 2016. — 389 p.
37. Moler, C. *Numerical Computing with MATLAB and GNU Octave*. — SIAM, 2017. — 310 p.
38. Müller, K., & Roberts, J. *Open Source Tools in Computational Physics*. — Wiley, 2019. — 310 p.
39. Olivier, J. *Teaching Physics with Computational Tools: Octave as an Educational Resource*. — IEEE Transactions on Education, 2020. — Vol. 63, No. 2. — P. 90–96.
40. Pérez, M., & González, R. *Scientific Programming with Octave and MATLAB*. — Wiley, 2020. — 290 p.
41. Rasmussen, H. *Applied Physics with Octave*. — Elsevier, 2020. — 420 p.
42. Robinson, E. *Scientific Computing in Octave and Python*. — Taylor & Francis, 2020. — 325 p.
43. Schmidt, R. *Advanced Numerical Simulations in Physics*. — Oxford University Press, 2020. — 400 p.
44. Smith, J., & Johnson, M. *Numerical Methods in Physics Education*. — Springer, 2018. — 256 p.

45. Smith, J. A. Numerical Methods for Engineers Using Octave. — CRC Press, 2020. — 360 p.
46. Thompson, M. Computational Physics for Beginners. — Springer, 2021. — 310 p.
47. GNU Octave Official Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gnu.org/software/octave/doc/interpreter/>.