

УДК 371.3:[51+004]:004.5

Застосування інтерактивного середовища Jupyter Notebook при проведенні інтегрованих уроків з інформатики та математики

Ярослав Крупський¹, Галина Ковтонюк²

¹Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
кафедра математики та інформатики, м. Вінниця, Україна
krupskyi.ya@vspu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6324-2697>

²Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
кафедра математики та інформатики, м. Вінниця, Україна
kovtonyukgm@vspu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3352-0358>

Анотація. У статті розглянуто можливості застосування інтерактивного середовища Jupyter Notebook при проведенні інтегрованих уроків з інформатики та математики. Окреслено переваги середовища, розглянуто приклади завдань та взаємозв'язку з стандартами шкільної освіти.

Ключові слова: Jupyter Notebook, інтегровані уроки, Python, інформатика, математика, STEM-освіта, програмування.

1. Вступ

Питання інтеграції шкільних предметів, розглянуте у контексті історії розвитку науки, має давнє походження й досліджувалося в різних аспектах. Концепція інтеграції навчального матеріалу як складного, багатовимірного та часто суперечливого процесу передбачає аналіз філософських принципів і категорій, що об'єднують усю систему людського знання та виступають універсальними основами для різних наук.

З позиції педагогіки та наукової літератури, інтеграція трактується як процес зближення і взаємодії навчальних дисциплін, спрямований на формування в учнів цілісного бачення наукової картини світу. Потреба в інтеграції обумовлена не лише стрімким зростанням обсягу знань, а й головною метою освіти – гармонійним розвитком і саморозвитком особистості дитини.

У сучасних освітніх системах інтеграція постає як ключовий принцип, що реалізується через створення багатовимірного, узгодженого уявлення про навколишній світ, де поєднуються різні підходи до пізнання реальності. Вона розглядається як дієвий дидактичний засіб для формування цілісного сприйняття світу через об'єднання різних компонентів навчального змісту.

Метою інтегрованого навчання є розвиток у школярів цілісного розуміння навколишнього середовища, активізація їхньої пізнавальної діяльності, стимулювання самовираження та самореалізації, а також формування гармонійної особистості з високим рівнем загальнолюдських цінностей.

Огляд наукових досліджень показує активний розвиток підходів до практичного впровадження інтегрованих уроків у шкільній освіті з використанням цифрових технологій. Питанням інтеграції предметів через інноваційні засоби навчання присвячені праці Конофольської В. В. [5], Дегтярьової Н. В. [6], Т. О. Пахомової, Н. В. Морзе, М. І. Жалдака. Зокрема, дослідники підкреслюють ефективність застосування комп'ютерно-орієнтованих систем, інтерактивних середовищ (наприклад, Jupyter Notebook) [2, 3, 4], які надають можливість об'єднувати теоретичні знання з практичними навичками в рамках одного навчального заняття. Такі підходи сприяють формуванню в учнів міжпредметних компетентностей і підвищенню мотивації до навчання. Прикладами інтегрованих уроків є теми «Розв'язування систем рівнянь засобами програмування на Python», «Побудова графіків математичних функцій за допомогою бібліотек matplotlib у Jupyter Notebook», «Моделювання статистичних даних і обробка результатів експериментів у середовищі інтерактивного програмування».

2. Постановка проблеми

Сучасна система освіти вимагає впровадження нових підходів до організації навчального процесу, які сприяють розвитку міжпредметних компетентностей учнів, підвищенню їхньої мотивації до навчання та формуванню цілісного світогляду. Одним із перспективних напрямів є проведення інтегрованих уроків інформатики та математики. Проте залишається відкритим питання вибору ефективних засобів, що забезпечують одночасне формування теоретичних знань і практичних навичок.

Інтерактивне середовище Jupyter Notebook, яке надає можливість поєднувати текст, код, графіки та математичні обчислення в одному просторі, має значний потенціал для вирішення цього завдання. Разом з тим, використання Jupyter Notebook у шкільній практиці інтегрованого навчання потребує додаткового теоретичного обґрунтування та розробки відповідних методичних рішень.

Мета дослідження полягає у визначенні можливостей використання інтерактивного середовища Jupyter Notebook для проведення інтегрованих уроків з інформатики та математики у закладах загальної середньої освіти.

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

- проаналізувати науково-методичні джерела щодо інтеграції предметів та застосування цифрових технологій у навчанні;
- визначити дидактичні переваги середовища Jupyter Notebook для інтегрованих уроків;
- розробити приклади інтегрованих уроків із застосуванням Jupyter Notebook;
- оцінити ефективність запропонованих підходів у контексті активізації пізнавальної діяльності учнів і розвитку міжпредметних компетентностей.

3. Основний результат

Під час проведення інтегрованих уроків з інформатики важливим є використання інтерактивних комп'ютерних середовищ, одним із яких може бути Jupyter Notebook, яке

надає викладачу та здобувачам значні переваги завдяки наочності візуалізації графіків, малюнків, а також використанню мультимедійних засобів і інтерактивного програмування. Такі середовища надають можливість автоматизувати математичні обчислення, виконати статистичний аналіз даних або зробити та проаналізувати складні математичні процеси.

Jupyter Notebook є потужним інструментом для реалізації чисельних та аналітичних розрахунків, що надає можливість користувачам активно втручатися в процес обчислень, задаючи необхідні параметри для розв'язання задач. Його інтерактивність та підтримка багатьох мов програмування, таких як Python, роблять його відмінним вибором для розв'язання математичних задач, що можуть бути чітко сформульовані за допомогою математичних термінів. Це надає можливість реалізувати гнучкість обчислень, візуалізацію результатів і дослідження складних моделей, що вигідно відрізняє його від багатьох традиційних програм.

Сучасний розвиток комп'ютерних технологій та інтеграція мультимедійних функцій надають можливість створювати потужні освітні платформи для навчання, серед яких Jupyter Notebook має великий потенціал. Зокрема, він може використовуватись для розв'язання задач з математики, а також для аналізу даних і розв'язання складних обчислень. Використання Jupyter Notebook та мови Python у шкільному навчанні надає можливість інтегрувати його у процес інтегрованих уроків з інформатики та математики, забезпечуючи учнів потужними інструментами для розв'язання задач і виконання інтерактивних вправ.

Основною метою інтеграції шкільних уроків є формування у школярів цілісного сприйняття навколишнього світу, що фактично означає розвиток їхнього світогляду. Такий підхід відкриває значні можливості для ефективного вирішення освітніх і виховних завдань:

1. Формування міжпредметних зв'язків. Інтегрований підхід забезпечує органічне поєднання різних навчальних дисциплін, допомагаючи учням бачити взаємозв'язки між ними. Наприклад, об'єднання інформатики та математики надає можливість учням усвідомити, як математичні знання застосовуються в інформаційних технологіях. Перехід від внутрішньо-предметних до міжпредметних зв'язків дає змогу учням переносити стратегії й підходи з однієї галузі знань до іншої, полегшуючи навчальний процес і сприяючи розумінню цілісності світу. Варто зазначити, що такий перехід потребує сформованої бази внутрішньо-предметних знань, адже без неї перенесення може бути поверхневим і механічним.

2. Посилення практичної орієнтації навчання. Інтеграція надає можливість створювати більше практичних завдань, що вимагають застосування знань з кількох предметів для вирішення реальних проблем, сприяючи закріпленню теоретичних знань через практику.

3. Розвиток критичного мислення. Інтегроване навчання стимулює критичне мислення, оскільки учні мають аналізувати різноманітні ідеї, концепції та підходи з кількох предметних областей.

4. Формування творчого мислення. Об'єднання матеріалу різних дисциплін сприяє розвитку творчості учнів, дозволяючи їм використовувати знання в реальних життєвих ситуаціях. Це сприяє формуванню особистісних якостей, позитивного ставлення до навколишнього середовища, дотримання етичних норм і орієнтації на загальне благо.

5. Стимулювання творчої активності. Інтеграція підтримує розвиток індивідуальної творчості, сприяючи пошуку нових підходів і рішень через об'єднання знань з різних галузей.

6. Формування багатогранного бачення проблеми. Завдяки інтеграції учні навчаються розглядати одну і ту саму проблему з різних позицій, що забезпечує глибше й об'ємніше її розуміння.

7. Підвищення мотивації учнів. Інтегровані уроки активізують пізнавальну діяльність школярів, допомагають зняти напругу та втому, роблять навчальний процес цікавішим і динамічнішим.

Одним із сучасних засобів реалізації інтегрованого підходу в навчанні, зокрема в курсі інформатики, є використання цифрових платформ, що підтримують міжпредметні зв'язки та сприяють розвитку критичного мислення. У цьому контексті особливу увагу заслуговує середовище Jupyter Notebook. Основні можливості Jupyter Notebook у шкільному курсі інформатики:

1. Інтерактивне програмування. Учні можуть створювати і виконувати програми на Python безпосередньо в браузері, редагуючи окремі блоки коду (комірки) і миттєво бачачи результати.

2. Підтримка комбінованого контенту. Окрім коду, у Jupyter Notebook можна додавати текстові пояснення, математичні формули (у форматі LaTeX), малюнки та посилання, що надає можливість створювати комплексні інтерактивні конспекти.

3. Візуалізація даних. За допомогою бібліотек на кшталт Matplotlib або Seaborn учні можуть будувати графіки, діаграми та інші візуальні представлення даних без необхідності використовувати сторонні програми.

4. Робота з математичними обчисленнями. Учні можуть виконувати обчислення будь-якої складності: від простих арифметичних задач до алгебраїчних перетворень, аналізу функцій та побудови графіків.

5. Створення інтегрованих уроків і проєктів. Завдяки можливості поєднувати код, текст і зображення, Jupyter Notebook зручно використовувати для проведення інтегрованих уроків інформатики з математикою, фізикою, біологією тощо.

6. Підтримка різних мов програмування. Хоча найчастіше використовується Python, Jupyter також може працювати з іншими мовами через відповідні ядра (наприклад, R, Julia, C++ тощо).

7. Моделювання та симуляції. Учні можуть створювати моделі процесів, проводити симуляції експериментів, що особливо корисно для прикладних задач з математики чи природничих наук.

8. Зручне середовище для самостійного навчання та практики. Завдяки простому інтерфейсу та інтерактивності учні можуть використовувати Jupyter Notebook для самостійного опрацювання матеріалу, виконання домашніх завдань і створення власних проєктів.

9. Автоматизація розрахунків та аналізу даних. Можливість швидко обробляти великі об'єми даних та виконувати складні обчислення допомагає учням розвивати навички алгоритмічного мислення і роботи з даними.

10. Відкрите програмне забезпечення. Jupyter Notebook є безкоштовним і має велику підтримку спільноти, що надає можливість використовувати готові рішення та розширення для навчальних цілей.

Застосування цих можливостей на практиці відкриває для вчителя перспективи для створення змістовних інтегрованих занять. Розглянемо приклади таких уроків з використанням мови Python у середовищі Jupyter Notebook.

10-й клас. Розділ «Аналіз і візуалізація даних» із застосуванням Jupyter Notebook для розв'язування економічних задач.

Тема уроку: Аналіз і візуалізація даних. Економічні задачі.

Мета уроку: Формування вмінь розв'язувати задачі оптимізації за допомогою Python у Jupyter Notebook.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Знайти найбільше значення прибутку підприємства, який виражається цільовою функцією $f(x)$, якщо параметри аргумента лежать в межах 1..5. Зробити схематично малюнок:

$$f(x) = (0.1x^4 + 6x^3 - 35x^2 + 15x - 2) * \sin\left(\frac{x}{2} + \frac{3}{2}\right) + 20 \rightarrow \max, \quad x = 0.5..5$$

Для розв'язання поставленого завдання можна застосувати методи диференціального числення з пошуком критичних точок, проте на даному уроці ми будемо використовувати інструментарій Python у середовищі Jupyter Notebook. На першому етапі оголошується цільова функція, після чого для знаходження її максимального значення в заданому інтервалі використовується вбудована функція `minimize_scalar` з бібліотеки `scipy.optimize`, але застосувати її до протилежної функції (тобто з мінусом) – бо ця функція знаходить тільки мінімум, а максимум ми знайдемо як мінімум від $-f(x)$.

Звертається увага на синтаксис запису обмежень у вигляді числового проміжку. У результаті виконання коду автоматично обчислюється точка мінімуму та відповідне значення функції, яке також ілюструється графічно.

Перед початком обчислень максимального значення, необхідно імпортувати відповідні бібліотеки (Рис. 1.)

У разі, якщо під час виконання коду виникає помилка, пов'язана з відсутністю необхідних бібліотек (наприклад, повідомлення `ModuleNotFoundError: No module named 'matplotlib'` або `No module named 'scipy'`), необхідно попередньо встановити відповідні пакети. Це легко зробити безпосередньо у робочому середовищі Jupyter Notebook, ввівши в окремій комірці відповідні команди: `!pip install matplotlib`, `!pip install scipy`. Після успішного встановлення бібліотек можна повторно виконати код, що використовує функціонал відповідних модулів.

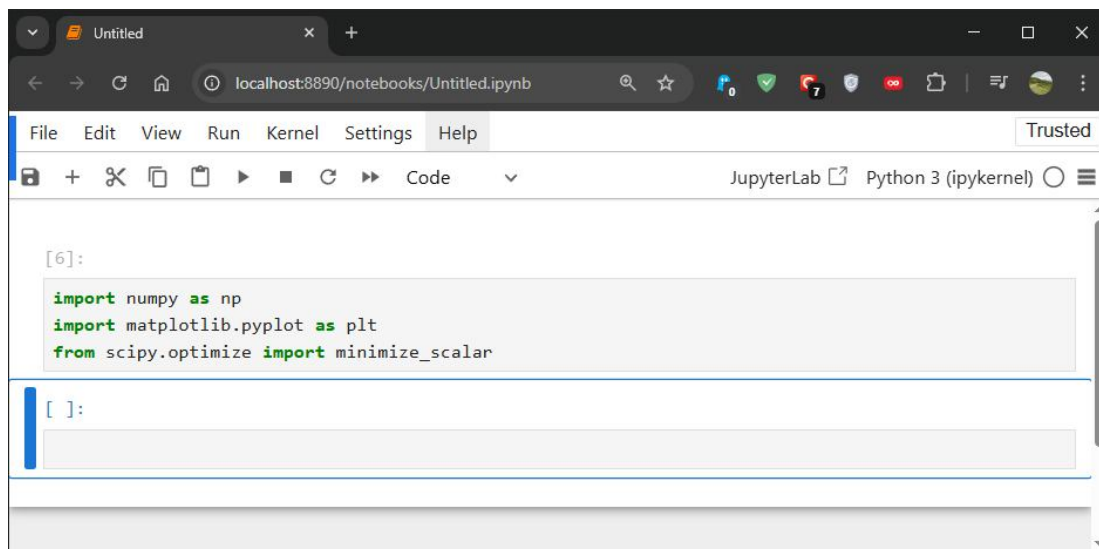


Рис. 1. Імпортуємо необхідні бібліотеки

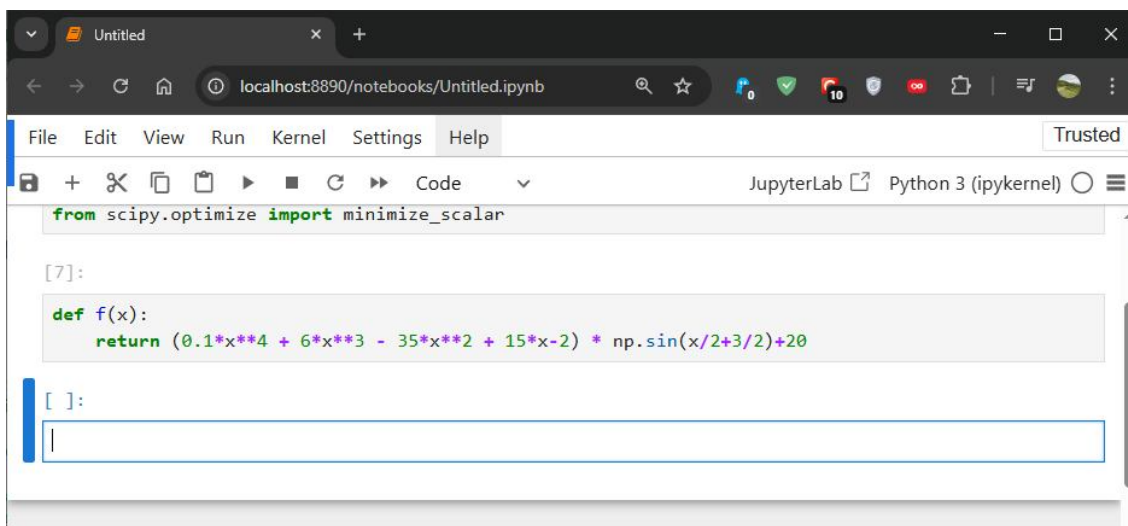


Рис. 2. Задання цільової функції у середовищі Jupyter Notebook

Після задання цільової функції у середовищі Jupyter Notebook (Рис. 2), доцільно запропонувати учням, з метою підвищення наочності результатів, побудувати графік досліджуваної функції. Для цього використовуються бібліотеки numpy та matplotlib, які забезпечують формування числового інтервалу та візуалізацію відповідних значень. Побудову графіка здійснюють за допомогою відповідного шаблону коду, в результаті виконання якого формується графічне зображення початкової функції на заданому проміжку (Рис. 3).

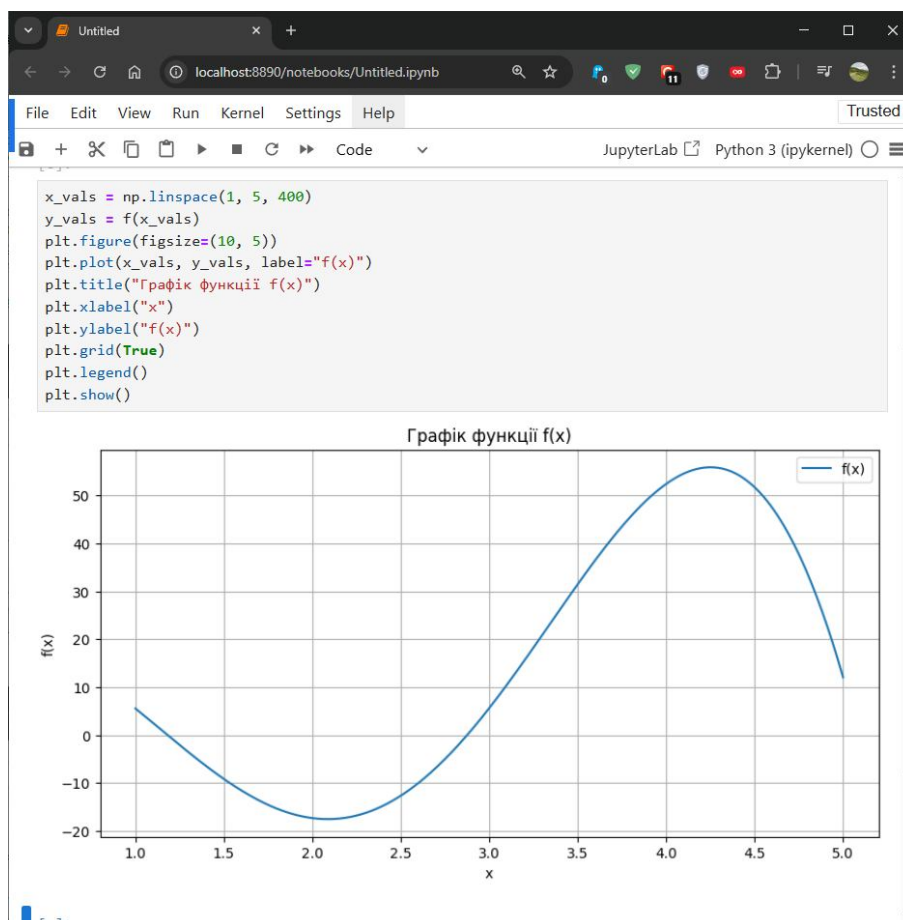


Рис. 3. Будуємо графік функції

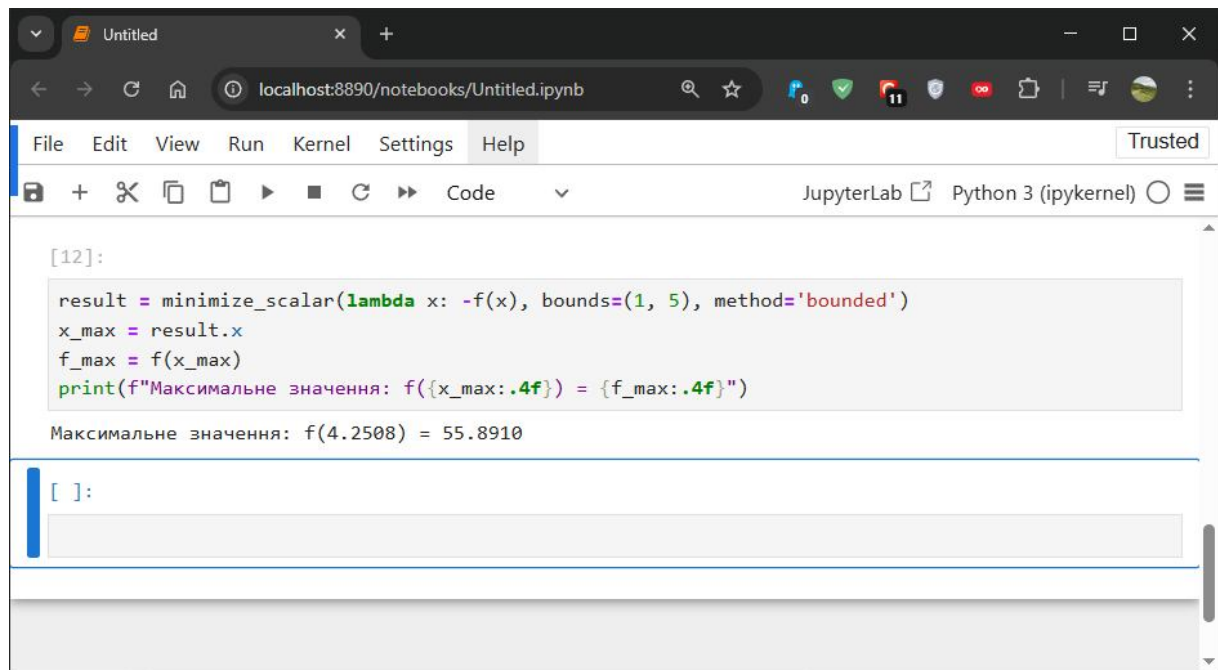


Рис 4. Знаходимо максимум функції на відрізку [0.5; 5]

Як бачимо із обчислень та графіку, функція досягла свого максимального значення при $x \approx 4.25$, яке було обчислено автоматично.

Для відображення отриманої точки на графіку скористаємось наступним кодом (Рис. 5.):

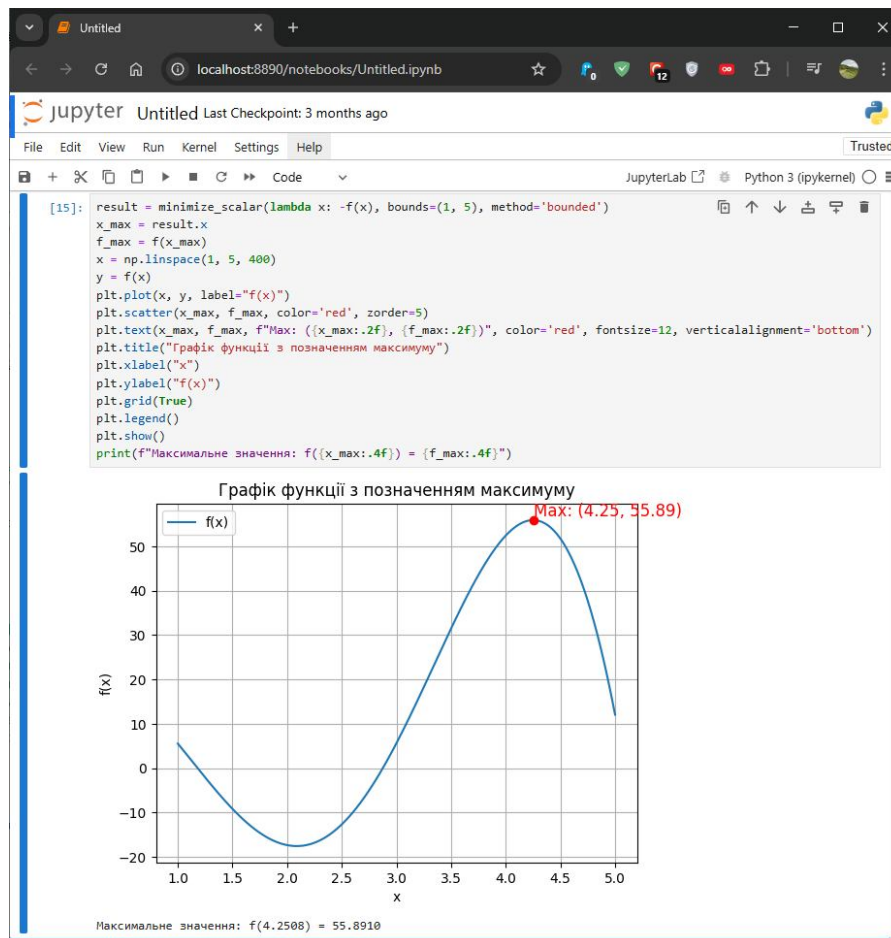


Рис 5. Максимум функції на відрізку [0.5; 5]

Оскільки учні вже знайомі із темою похідна, то на даному уроці можна запропонувати учням самостійно перевірити отриманий результат знаходження найбільшого значення функції на відрізку та перевірити отриманий результат за допомогою диференціального числення, застосувавши правила знаходження похідної та аналізу її знаків. Такий підхід сприяє глибшому розумінню взаємозв'язку між математичним аналізом і програмними засобами.

Висновки. Застосування інтерактивного середовища Jupyter Notebook у контексті інтегрованих уроків з інформатики та математики відкриває нові можливості для глибшого розуміння математичних концепцій через активне застосування обчислювальних інструментів. Використання функцій оптимізації, таких як `minimize_scalar` з бібліотеки `scipy`, надає можливість ефективно знаходити екстремуми функцій, що є важливим елементом вивчення теоретичних аспектів аналізу функцій.

Завдяки інтеграції програмних інструментів для побудови графіків та виконання числових обчислень, учні не тільки набувають практичних навичок програмування, але й розвивають критичне мислення, застосовуючи знання з математичного аналізу до реальних задач. Візуалізація результатів на графіках дає можливість наочно спостерігати за змінами функцій, що значно покращує розуміння теоретичних принципів.

Застосування Python та Jupyter Notebook на уроках інтегрованої освіти створює ефективне середовище для навчання, яке відповідає сучасним вимогам стем-освіти. Водночас, це надає можливість формувати у школярів уміння розв'язувати математичні задачі з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, що є важливою складовою сучасної освіти.

Конфлікт інтересів і етика. Автори заявляють, що не мають конфліктів інтересів. Автори також заявляють про повне дотримання всіх правил етики журнальних досліджень, а саме щодо анонімності участі людей та/або згоди на публікацію.

Подяки. Автори заявляють про відсутність спеціального фінансування цієї роботи.

Список використаних джерел

1. Kadar R., et al. A Study of Difficulties in Teaching and Learning Programming: A Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*. 2021. Vol. 10, No. 3. P. 591–605. DOI: <http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v10-i3/11100>
2. Кобильник Т. П., Сікора О. В., Жидик В. Б., Шаран, О. В. Python як засіб навчання основ алгоритмізації у закладах загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Т. 89, № 3. С. 16–32. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4896>
3. Семеніхіна О. В., Руденко Ю. О. Проблеми навчання програмувати учнів старших класів та шляхи їх подолання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 66, № 4. С. 54–64. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v66i4.2149>
4. Кобильник Т., Когут У., Жидик В. Методичні аспекти вивчення основ алгоритмізації і програмування мовою python у шкільному курсі інформатики у старших класах. *Фізико-математична освіта*. 2021. Т. 31, № 5. С. 36–44. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-006>
5. Конофольська В. В. Інтегровані уроки з інформатичною складовою як невід'ємна частина сучасної освіти. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Київ, 2020. Випуск 22 (29). С. 166–172.
6. Дегтярьова Н. та ін. Реалізація диференційованого підходу при навчанні програмуванню мовою python здобувачів загальної середньої освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць*. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2024. Вип. 72. С. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-53-61>
7. Чорна А. В., Сердюк І. М., Онищенко Л. В. Інтегрований урок як сучасна форма навчання інформатики. *Progressive Opportunities and Solutions of Advanced Society: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference* (November 16-17, 2023, Dnipro, Ukraine). 2023. С. 162.

UDC 371.3:[51+004]:004.5

Application of the Interactive Environment Jupyter Notebook in Conducting Integrated Lessons in Informatics and Mathematics

Yaroslav Krupskyi, Halyna Kovtoniuk

Abstract. The article examines the possibilities of applying the interactive environment Jupyter Notebook in conducting integrated lessons in informatics and mathematics. The advantages of the environment are outlined, examples of tasks are considered, and its connection with school education standards is discussed.

Keywords: Jupyter Notebook, integrated lessons, Python, informatics, mathematics, STEM-education, programming.

References

1. Kadar, R., et al. (2021). *A Study of Difficulties in Teaching and Learning Programming: A Systematic Literature Review*, International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, **10** (3), 591–605. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v10-i3/11100>
2. Kobylnyk, T. P., et al. (2022). *Python as a Tool for Teaching the Basics of Algorithmization in General Secondary Education Institutions*, Information Technologies and Learning Tools, **89** (3), 16–32. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4896>
3. Semenykhina, O. V., Rudenko, Y. O. (2018). *Problems of Teaching High School Students to Program and Ways to Overcome Them*, Information Technologies and Learning Tools, **66** (4), 54–64. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33407/itlt.v66i4.2149>
4. Kobylnyk, T., Kohut, U., Zhydyk, V. (2021). *Methodical Aspects of Studying the Basics of Algorithmization and Programming in Python in the High School Computer Science Course*, Physical and Mathematical Education, **31** (5), 36–44. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-006>
5. Konofolska, V. V. (2020). *Integrated Lessons with an Informatics Component as an Integral Part of Modern Education*, Scientific Journal of NPU Named After M. P. Drahomanov, Series 2: Computer-Oriented Learning Systems, **22** (29), 166–172. [in Ukrainian]
6. Dehtiarova, N., et al. (2024). *Implementation of a Differentiated Approach in Teaching Python Programming to General Secondary Education Students*, Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems, **72**, 53–60. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-53-61>
7. Chorna, A. V., Serdiuk, I. M., & Onyshchenko, L. V. (2023). *Integrated Lesson as a Modern Form of Teaching Informatics. Progressive Opportunities and Solutions of Advanced Society: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference (November 16-17, 2023, Dnipro, Ukraine)*, 162. [in Ukrainian]

Про авторів / About the authors

Ярослав Крупський, кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Yaroslav Krupskyi, Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine;

Галина Ковтонюк, кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Halyna Kovtoniuk, Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine.

Отримано / Received 03.05.2025

Прийнято до друку / Accepted 16.05.2025

Опубліковано / Published 21.05.2025