

Онiщенко Т.В.

Національний університет «Одеська політехніка»

Онiщенко І.О.

Одеський ліцей «Надія» Одеської міської ради

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОНЛАЙН-ІНСТРУМЕНТІВ КОНВЕРТАЦІЇ СИСТЕМ ЧИСЛЕННЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТНЬОМУ КОНТЕКСТІ

У програмній інженерії розуміння систем числення відіграє одну з фундаментальних ролей, оскільки воно лежить в основі представлення даних в обчислювальних системах. Студенти технічних ВНЗ, які вивчають дисципліни, пов'язані зі структурою та організацією даних в сучасних обчислювальних середовищах, традиційно виконують переклад чисел між базами вручну, що дозволяє глибше усвідомити внутрішні механізми обчислень, такі як бінарне представлення та операції на рівні бітів. У програмній інженерії розуміння систем числення та конвертації баз чисел є фундаментальним для майбутнього освоєння концепцій представлення даних. Однак для розробки інтерактивних лекцій і практичних занять можна використовувати сучасні інструменти для конвертації баз чисел, які не тільки прискорюють цей процес, але й надають візуалізацію кроків, верифікацію розрахунків, підвищуючи саму якість навчального (лекційного або практичного) матеріалу.

На сьогоднішній день на ринку програмного забезпечення дійсно існують продукти для виконання таких досить специфічних і вузько спрямованих завдань – переведення чисел між системами числення. Вони пропонують різні інтерфейси, точність виконання операцій і додаткові можливості. Однак відсутня єдина методика оцінки цих інструментів, що ускладнює вибір оптимального рішення для інтеграції в процес створення навчального матеріалу, особливо в умовах переходу до змішаного або онлайн-навчання. Без проведення порівняльного аналізу ризику неоптимального вибору зростають, що призводить до субоптимальних освітніх результатів. Саме тому порівняльний аналіз таких інструментів набуває актуальності, заповнюючи прогалину в методології оцінки та сприяючи оптимізації педагогічних підходів у технічній освіті.

В рамках даної роботи проведено порівняльний аналіз 4 онлайн-інструментів для роботи з системами числення. Оцінка виконана за 6 критеріями, адаптованими на основі моделі якості ISO/IEC 25010. Дослідження базується на практичному тестуванні з використанням типових завдань конвертації, а також аналізі метрик юзабіліті та надійності.

Ключові слова: системи числення, конвертери баз, онлайн-інструменти, юзабіліті, якість програмного забезпечення, програмна інженерія, ISO/IEC 25010.

Постановка проблеми. Сучасні інформаційні технології значною мірою спираються на розуміння фундаментальних принципів обробки даних, зокрема роботи з системами числення, які є основою представлення інформації в обчислювальних середовищах. У різних наукових дисциплінах студенти вивчають процеси конвертації чисел між системами числення (двійковою, вісімковою, десятковою, шістнадцятковою тощо) вручну, що дозволяє більш детально зрозуміти внутрішні механізми обробки даних, таких як представлення інформації в комп'ютерних систе-

мах, бітові операції, адресація пам'яті та кодування даних [1, с. 10]. Отримані знання є надійним фундаментом для вивчення програмування, де вони застосовуються для маніпуляцій з бітами, а також оптимізації коду в низькорівневих мовах тощо. Крім того, ці навички корисні в комп'ютерній архітектурі для розуміння зберігання та обробки даних у бінарному форматі, керування пам'яттю та взаємодії з апаратним забезпеченням. Вони також знаходять застосування в цифровій електроніці для проектування логічних схем, криптографії для модульних обчислень і алгоритмів

шифрування [1, с. 21]. Таким чином, ручна конвертація не лише закладає базу для теоретичного розуміння предметної галузі, але й готує до практичного використання в професійній діяльності.

Для підготовки лекційних матеріалів і практичних завдань по дисциплінам, які включають в свою освітню програму вивчення систем числення викладачеві зручно використовувати спеціальні інструменти, які можуть не тільки прискорити процес конвертації, але й надати візуалізацію кроків, верифікацію розрахунків, інтеграцію в освітні сценарії, підвищуючи інтерактивність занять та ефективність навчання загалом.

Сучасні онлайн-інструменти для конвертації чисел між системами числення пропонують автоматизоване рішення для виконання таких завдань. Однак ці інструменти значно різняться за функціональними можливостями, зручністю інтерфейсу, точністю, доступністю та освітньою цінністю. Відсутність єдиної методики оцінки таких платформ ускладнює вибір оптимального рішення для конкретних потреб – як освітніх, так і професійних. Наприклад, одні інструменти можуть пропонувати детальні пояснення алгоритмів, корисні для навчання, тоді як інші фокусуються лише на базовій конвертації, що більше підходить для швидких практичних завдань.

Проблема полягає у відсутності систематизованого підходу до порівняльного аналізу онлайн-інструментів для конвертації систем числення, який би враховував ключові аспекти їх якості. Без такого аналізу викладачі можуть обирати неоптимальні інструменти, що може призвести до зниження ефективності створення освітнього матеріалу.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю інтеграції автоматизованих інструментів у сучасну освіту. У науковому контексті аналіз таких інструментів спирається на стандарти якості програмного забезпечення, зокрема ISO/IEC 25010, що дозволяє оцінити їх з позиції користувачького досвіду та функціональних можливостей. У практичному плані результати дослідження сприятимуть вибору оптимальних інструментів для створення освітніх програм. Таким чином, вирішення цієї проблеми має як наукове значення (розробка методології оцінки), так і практичне (підвищення якості навчання та професійної діяльності).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі активно обговорюються фундаментальні аспекти систем числення, їхнього представлення в комп'ютерних системах та

методи конвертації, зокрема в контексті програмної інженерії. Наприклад, у роботі А. Стіла (2014) аналізуються різні методи викладання конвертації між двійковою, шістнадцятковою та десятковою системами, з акцентом на ефективність педагогічних підходів, включаючи використання онлайн-інструментів для візуалізації [2, с. 2]. Крім того, існують праці, присвячені оцінці онлайн-калькуляторів для числових перетворень, такі як огляд інструментів для конвертації IEEE-754 (Г. Шмідт, 2021), де акцентується увага на точності та продуктивності, але без систематичного порівняння кількох сервісів [3, с. 1].

Водночас, наукових досліджень, присвячених порівняльному аналізу онлайн-інструментів для конвертації чисел між системами числення (з урахуванням критеріїв юзабіліті, функціональності та освітньої цінності), не проводилося. Більшість публікацій обмежуються описом окремих конвертерів або загальними рекомендаціями щодо їхнього використання в освіті, без адаптації стандартів якості на кшталт ISO/IEC 25010. Тому зайняття цією проблематикою є актуальним завданням, оскільки воно заповнює прогалину в методологічних підходах до оцінки таких спеціалізованих онлайн-інструментів у сучасній освіті.

Постановка завдання. Метою даної роботи є розробка рекомендацій для викладачів програмної інженерії, які використовують спеціалізовані онлайн-платформи конвертації систем числення для створення учбових матеріалів. Дані рекомендації сформовані виходячи з аналізу 4-х найпопулярніших сервісів.

Виклад основного матеріалу. Для проведення порівняльного аналізу було обрано 4 програмних продукти: RapidTables Number Base Converter, UnitConverters.net Base Converter, Wolfram Alpha та Calculator.net Binary Converter. Вибір цих інструментів обумовлений двома ключовими критеріями, які забезпечують репрезентативність дослідження та його практичну цінність у контексті сучасної освіти [4, с. 11].

По-перше, акцент зроблено саме на онлайн-продуктах, оскільки вони забезпечують максимальну зручність використання: доступ з будь-якого сучасного пристрою (смартфона, планшета чи комп'ютера) без необхідності встановлення програмного забезпечення. Це відповідає сучасним тенденціям цифрової освіти, де мобільність та швидкий доступ до ресурсів є пріоритетом, як зазначається в оглядах освітніх інструментів [5, с. 33].

По-друге, кількість спеціалізованих онлайн-інструментів для конвертації систем числення обмежена, і обрані продукти є найбільш відомими та популярними. Таким чином, обрані продукти є репрезентативними для даного ринку програмного забезпечення.

Існує ще 2 достатньо відомих інструменти, які можуть виконувати схожі завдання, але вони не були додані до добірки. Google Calculator, вбудований у пошукову систему Google, є зручним інструментом для швидких обчислень і базових конвертацій систем числення. Однак цей інструмент має обмежену функціональність, яка не відповідає повному спектру задач, розглянутих у дослідженні. Конвертація обмежується лише чотирма стандартними базами (2, 8, 10, 16), без можливості роботи з довільними базами, що є критично для глибокого аналізу в програмній інженерії та комп'ютерній архітектурі. Крім того, цей інструмент надає лише кінцевий результат без візуалізації кроків конвертації, пояснень алгоритмів чи інтеграції з прикладами, що робить його непридатним для розробки інтерактивних лекцій чи практичних завдань. Він орієнтований на швидкі запити, а не на навчання. Хоча Google Calculator доступний через браузер, це не самостійний веб-сайт з інтерфейсом, а частина пошукової системи.

Вбудований калькулятор Windows у режимі Programmer пропонує базові функції для роботи з системами числення, включаючи конвертацію між бінарною, восьмеричною, десятковою та шістнадцятковою базами, а також бітові операції (AND, OR, XOR тощо). Цей інструмент корисний для простих задач у програмуванні, але виключений з аналізу через наступні обмежені функціональність (підтримка обмежується лише чотирма базами), відсутні додаткові опції, такі як візуалізація алгоритмів чи підтримка великих чисел, не онлайн-орієнтований, не забезпечує кросс-платформенний доступ з мобільних пристроїв чи веб-браузерів, що суперечить нашому акценту на зручності для викладачів у гібридному навчанні. Ну і головне, що цей інструмент фокусується лише на швидких обчисленнях без пояснень кроків, що робить його менш придатним для педагогічних цілей порівняно з відібраними онлайн-платформами.

Виключення цих інструментів дозволяє зосередитися на більш спеціалізованих і гнучких рішеннях, які краще відповідають методології оцінки за ISO/IEC 25010 та освітнім потребам. Якщо б вони були включені, аналіз міг би стати

менш сфокусованим, оскільки їхні обмеження не дозволяють повноцінного порівняння з обраними продуктами.

Для проведення порівняльного аналізу відібраних програмних продуктів було обрано 6 критеріїв, які адаптовано на основі міжнародного стандарту ISO/IEC 25010. Вибір саме цих критеріїв обумовлений необхідністю всебічної оцінки в контексті онлайн-інструментів для освітніх завдань, де поєднуються аспекти статичної якості продукту з динамічними характеристиками використання, адаптованими до специфіки сучасної освіти та програмної інженерії.

Дослідження проведено за наступними критеріями відбору:

1. Зручність інтерфейсу та користувацького досвіду (User Interface and User Experience): Адаптовано з характеристики *usability* (розділ 4.2.4 моделі якості продукту в ISO/IEC 25010:2011 та оновленій версії 2023), яка включає підхарактеристики *learnability* (здатність до швидкого освоєння), *operability* (легкість у використанні та керуванні) та *user interface aesthetics* (естетика інтерфейсу користувача). У контексті дослідження онлайн-інструментів цей критерій дозволяє оцінити інтуїтивність вводу даних і навігації, включаючи простоту вибору бази числення, наявність підказок та адаптивний дизайн для різних пристроїв.

2. Функціональні можливості (Functional Capabilities): Пряме зіставлення з *functional suitability* (розділ 4.2.1 моделі якості продукту), що оцінює повноту функцій через підхарактеристики *functional completeness* (повнота функцій), *correctness* (правильність виконання) та *appropriateness* (придатність для цілей). У аспекті конвертації систем числення це включає підтримку різних баз (від 2 до 36, включаючи нестандартні), додаткові опції, такі як крокові пояснення алгоритмів, а також інтеграцію з бітовими операціями. Це забезпечує придатність інструментів для освітніх сценаріїв, де потрібна не лише базова конвертація, а й демонстрація алгоритмів для глибокого розуміння процесів, що сприяє розвитку навичок програмування та аналізу даних у студентів.

3. Точність та надійність (Accuracy and Reliability): Базується на *reliability* (розділ 4.2.5 моделі якості продукту), з акцентом на підхарактеристики *maturity* (зрілість, тобто низька частота збоїв), *availability* (доступність без перерв), *fault tolerance* (стійкість до помилок) та *recoverability* (здатність до відновлення після збою). У аспекті систем числення цей критерій

запобігає помилкам у граничних випадках, забезпечуючи коректну обробку помилок з інформативними повідомленнями. Це важливо для верифікації в програмній інженерії, де неточності можуть призвести до критичних збоїв у коді або симуляціях, і сприяє надійності інструментів у освітніх застосуваннях.

4. Продуктивність та швидкість (Performance and Speed): Адаптовано з *performance efficiency* (розділ 4.2.2 моделі якості продукту), яка вимірює ефективність через підхарактеристики *time behaviour* (поведінка за часом, тобто швидкість відгуку), *resource utilization* (використання ресурсів, таких як CPU та пам'ять) та *capacity* (здатність обробляти навантаження). Для онлайн-сервісів це можливість забезпечувати швидку обробку запитів (наприклад, миттєву конвертацію великих чисел без затримок), мінімальне споживання ресурсів пристрою (особливо мобільного) та стабільність під час множинних запитів. Це актуально для інтерактивних занять, де повільна продуктивність може перервати навчальний процес, а ефективність сприяє безперервному використанню в реальному часі, наприклад, під час онлайн-лекцій чи групових завдань.

5. Освітня цінність (Educational Value): Адаптовано з *satisfaction* (розділ 4.3.3 моделі якості у використанні, включаючи підхарактеристику *usefulness* – корисність) та *functional appropriateness* (підхарактеристика з *functional suitability* в моделі якості продукту, розділ 4.2.1), з фокусом на поясненнях та візуалізаціях. У освітньому контексті це критерій оцінює внесок у розуміння процесів, наприклад, через детальні крокові розбори конвертації, приклади застосування в програмуванні чи інтеграцію з теоретичним матеріалом.

6. Вартість та доступність (Cost and Availability): Базується на *freedom from risk* (розділ 4.3.4 моделі якості у використанні, зокрема *economic risk mitigation* – зменшення економічних ризиків) та *portability* (розділ 4.2.8 моделі якості продукту, з підхарактеристиками *adaptability* – адаптивність та *installability* – легкість встановлення), оцінюючи безкоштовність, доступність без реєстрації та крос-платформенність. Це критерій враховує економічну ефективність для викладачів, запобігаючи бар'єрам, таким як платні підписки чи обмеження запитів, що можуть обмежити використання для створення освітніх матеріалів.

Для оцінювання програмних продуктів за обраними критеріями використано адаптовану

методологію, засновану на стандарті ISO/IEC 25010 «Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models» (версія 2011 з оновленнями 2023 року), який є частиною серії SQuaRE (Systems and software Quality Requirements and Evaluation). Цей стандарт визначає дві основні моделі якості: модель якості продукту та модель якості у використанні. [6, с. 732]

Методологія доповнена пов'язаними методами оцінки якості програмного забезпечення, зокрема QuESPro (Quality Evaluation of Software Product) – легковаговим методом для третьої сторони оцінки якості продуктів, розробленим для кількісного аналізу на основі серії ISO/IEC 25000. QuESPro передбачає покроковий процес, що включає визначення моделі якості, збір даних через тестування, оцінку субхарактеристик, розрахунок метрик та формування рекомендацій [7, с. 525]. Цей метод обраний через свою простоту та адаптивність для онлайн-інструментів, де ресурси для оцінки обмежені, а фокус – на практичній придатності для освітніх завдань. Він дозволяє проводити незалежну ґрунтовну оцінку, забезпечуючи об'єктивність і повторюваність результатів, без потреби в глибокому доступі до коду продукту.

Використана чотирибальна шкала відповідності (Level of Compliance, LC), яка адаптована з QuESPro та відповідає рекомендаціям ISO/IEC 25010 щодо використання ординальних шкал для субхарактеристик. Кожен критерій оцінюється від 0 до 3 балів залежно від ступеня задоволення вимог, з урахуванням ризику невідповідності (наприклад, низький ризик – коли інструмент повноцінно виконує функції без обмежень). Ця шкала обрана як оптимальна для наукових оцінок, оскільки вона достатньо проста для реалізації (не вимагає складних обчислень), дозволяє врахувати ризик невідповідності (наприклад, потенційні проблеми в освітньому використанні, як затримки чи помилки), відповідає принципам SQuaRE для кількісної оцінки та полегшує порівняння продуктів. На відміну від ширших шкал (наприклад, 0–10), вона мінімізує суб'єктивність і фокусується на практичних аспектах, таких як адекватність для користувачів (викладачів). Оцінка проводиться на основі комбінації об'єктивних метрик (часові виміри, тести на прикладах) та суб'єктивних даних (опитування користувачів), з фіксацією доказів для прозорості.

Шкала оцінювання (Level of Compliance):

- **3 бали (Добре):** Критерій повністю задоволений, низький ризик (наприклад, інструмент

виконує всі вимоги без обмежень, забезпечуючи високу ефективність і мінімальні проблеми; ризик збоїв чи незручностей практично відсутній, що ідеально для інтеграції в освітні процеси).

- **2 бали (Достатньо):** Критерій переважно задоволений, середній ризик (часткові обмеження, такі як незначні незручності чи неоптимальна продуктивність, але інструмент все ще придатний для більшості завдань; ризик помірний, наприклад, можливі затримки в граничних випадках).

- **1 бал (Недостатньо):** Критерій частково задоволений, високий ризик (значні недоліки, що впливають на використання, наприклад, відсутність ключових функцій чи часті помилки; ризик високий, оскільки це може призвести до некоректних результатів).

- **0 балів (Не задоволено):** Критерій не задоволений взагалі (повна відсутність відповідності, наприклад, критичні збої чи непридатність для базових задач; ризик максимальний, роблячи інструмент неприйнятним для аналізу).

Загальна оцінка продукту розраховується як середнє арифметичне балів за критеріями, що відповідає кількісним підходам QuESPro. Ця методологія забезпечує наукову обґрунтованість, дозволяючи не лише порівняти інструменти, але й сформулювати рекомендації для їхнього використання в освіті, заповнюючи прогалини в існуючих дослідженнях якості програмних продуктів даного класу.

Для забезпечення об'єктивності та наукової строгості оцінки онлайн-інструментів конвертації чисел між системами числення, тестування за кожним критерієм проводиться систематично, з використанням комбінації об'єктивних метрик (часових вимірів, підрахунку функцій, тестів на прикладах) та суб'єктивних оцінок (опитування користувачів). Кожен тест повторюється щонайменше 5 разів на різних пристроях і мережах (Wi-Fi, мобільний інтернет) для врахування варіабельності. Результати фіксуються з доказами (скріншоти, логи, розрахунки), а бали присвоюються за шкалою 0–3 на основі порогових значень.

1. Зручність інтерфейсу та користувацького досвіду: Тестування фокусується на оцінці інтуїтивності та ефективності інтерфейсу, що включає кількість кроків для виконання базової конвертації (введення числа, вибір вихідної та цільової бази, натискання кнопки «Конвертувати» та отримання результату). Виконується 10 тестових завдань на різних пристроях (смартфон, планшет). Вимірюється середній час на задачу

за допомогою Chrome DevTools (від моменту відкриття сторінки до відображення результату). Додатково застосовується System Usability Scale (SUS) – стандартизована анкета з 10 питань, де розрахунок SUS-score дає загальну оцінку юзабіліті (вище 80 – відмінно). Інші метрики: рівень успішності задач (task success rate), кількість помилок користувача (user error rate) та суб'єктивна задоволеність (за опитуванням 10 респондентів). Пороги балів: Менше 10 секунд на задачу, SUS >80, <3 кроків, 100% успіху – 3 бали (повністю інтуїтивно, низький когнітивний навантаження); 10–20 секунд, SUS 68–80, 3–5 кроків, 80–99% успіху – 2 бали (достатньо, але з дрібними незручностями); 20–30 секунд, SUS 50–68, >5 кроків, 50–79% успіху – 1 бал; більше 30 секунд, SUS <50, низький успіх – 0 балів (незадоволено, інтерфейс заплутаний, високе навантаження).

2. Функціональні можливості: Тестування охоплює підрахунок і перевірку підтримуваних систем счислення (баз) та додаткових функцій, таких як автоматичне розпізнавання бази, пояснення кроків конвертації, візуалізація процесу (анімації кроків), підтримка дробових чисел, негативних значень, великих чисел (понад 10^{50}), бітові операції (AND, OR, XOR). Складається список функцій з документації інструменту, потім тестуються на 10 прикладах. Метрики: Кількість баз (стандартні: 2, 8, 10, 16; нестандартні: 3–36); наявність візуалізації (графічні схеми, крокові таблиці); додаткові опції (інтеграція з калькулятором, експорт результатів). Пороги балів: ≥ 5 баз (включаючи нестандартні), повна візуалізація, ≥ 3 додаткові функції (пояснення, дробі, негативні) – 3 бали; 4 бази, базова візуалізація (текстові кроки), ≥ 1 опції – 2 бали; 2–3 бази без візуалізації – 1 бал; <2 бази або відсутність функцій – 0 балів.

3. Точність та надійність: Тестування полягає в перевірці коректності результатів на наборі з 20 прикладів, включаючи граничні (boundary) та крайні (edge) випадки, для виявлення помилок у обчисленнях, обробці вводу та стійкості до збоїв. Процедура: Кожен тест виконується вручну; фіксується відсоток успішних (точний результат без помилок); перевірка обробки помилок (інформативні повідомлення). Метрики: Відсоток успіху; кількість збоїв; час відновлення після помилки. Пороги балів: 100% успіху на всіх 20 прикладах, повна обробка помилок – 3 бали; 80–99% – 2 бали; 50–79% – 1 бал; <50% – 0 балів.

4. Продуктивність та швидкість: Тестування вимірює ефективність завантаження сторінки та обробки запитів за допомогою Google PageSpeed

Insights (PSI) фокусуючись на ключових метриках: Time to First Byte (TTFB – час до першого байту відповіді сервера), First Contentful Paint (FCP – час до відображення першого контенту), Largest Contentful Paint (LCP – час до завантаження основного контенту), Time to Interactive (TTI – час до повної інтерактивності), Speed Index (загальна оцінка візуальної швидкості). Процедура: Запуск PSI на URL інструменту з 10 тестами (мобільний, різні мережі); симуляція навантаження (множинні конвертації поспіль); вимір часу відгуку на типову задачу. Метрики: Середній час відгуку (<1 с для повної обробки); PSI-score (0–100, де >90 – відмінно); використання ресурсів (CPU/пам'ять за Chrome DevTools). Пороги балів: <1 с відгуку, PSI >90, мінімальне використання ресурсів – 3 бали; 1–3 с, PSI 50–90 – 2 бали; 3–5 с, PSI 25–50 – 1 бал; >5 с або зависання – 0 балів.

5. Освітня цінність: Тестування оцінює наявність та якість матеріалів для навчання, таких як пояснення алгоритмів, приклади, візуалізації та інтеграцію з освітнім контентом. Процедура: Аналіз інтерфейсу на наявність цих елементів; тестування на 10 прикладах. Метрики: Кількість прикладів та пояснень; глибина; вплив на навчання. Пороги балів: Повні пояснення з прикладами, візуалізаціями – 3 бали; базові пояснення з прикладами – 2 бали; мінімальні приклади без інтерактиву – 1 бал; відсутність будь-яких матеріалів – 0 балів.

6. Вартість та доступність: Тестування аналізує модель монетизації та бар'єри доступу, включаючи безкоштовність (повний доступ без платежів), наявність лімітів (кількість запитів на день), реклами, вимогу реєстрації, підписки, доступність для користувачів. Процедура: Перевірка сайту на тарифи; тестування лімітів (виконання ≥ 50 запитів для виявлення обмежень); оцінка за рубриками доступності. Метрики: Вартість (0 – безкоштовно; >0 – платно); ліміт запитів (безліміт – добре); час доступу (без реєстрації – швидко). Пороги балів: Безкоштовно без лімітів, реєстрації та реклами

(повна доступність) – 3 бали; безкоштовно з лімітом (≥ 100 запитів/день) або рекламою – 2 бали; підписка для базових функцій – 1 бал; повністю платно або високі ліміти – 0 балів.

Після проведеного аналізу та тестування було створено таблицю з оцінками по кожному критерію для обраних онлайн сервісів. Для більш спрощеного візуального сприйняття інформації у табличній формі для кожного критерію було використано певне скорочення, а саме:

- ЗІ – зручність інтерфейсу та користувацького досвіду,
- ФМ – функціональні можливості,
- ТТН – точність та надійність,
- ПТШ – продуктивність та швидкість,
- ОЦ – освітня цінність
- ВДТ – вартість та доступність.

Загальна оцінка інструменту розраховується за формулою 1:

$$Y = (ЗІ + ФМ + ТТН + ПТШ + ОЦ + ВДТ)/6, \text{ де } (1)$$

Y – якість програмного продукту.

Таким чином маємо наступні результати:

1. RapidTables Number Base Converter = 2,83
2. UnitConverters.net Base Converter = 2,16
3. Wolfram Alpha = 2,66
4. Calculator.net Binary Converter = 2,5

На рис. 1 зображені результати аналізу в кількісних характеристиках.

На підставі табличних даних оцінки за шістьма критеріями, проведеної відповідно до адаптованої методології на основі ISO/IEC 25010, можна сформулювати висновки щодо кожного програмного продукту. Висновки базуються на сильних і слабких сторонах, з урахуванням актуальності для підготовки інтерактивних учбових матеріалів.

RapidTables Number Base Converter (загальна оцінка: 2,83 бали)

Цей інструмент (рис. 2) продемонстрував високі показники за більшістю критеріїв, зокрема максимальні оцінки за зручність інтерфейсу (інтуїтивний дизайн з мінімальною кількістю кроків),

Таблиця 1

Порівняльна характеристика онлайн-сервісів

Критерії/ Інструмент	RapidTables Number Base Converter	UnitConverters.net Base Converter	Wolfram Alpha	Calculator.net Binary Converter
ЗІ	3	2	3	3
ФМ	3	1	3	1
ТТН	3	3	3	3
ПТШ	3	3	3	3
ОЦ	2	1	2	2
ВДТ	3	3	2	3

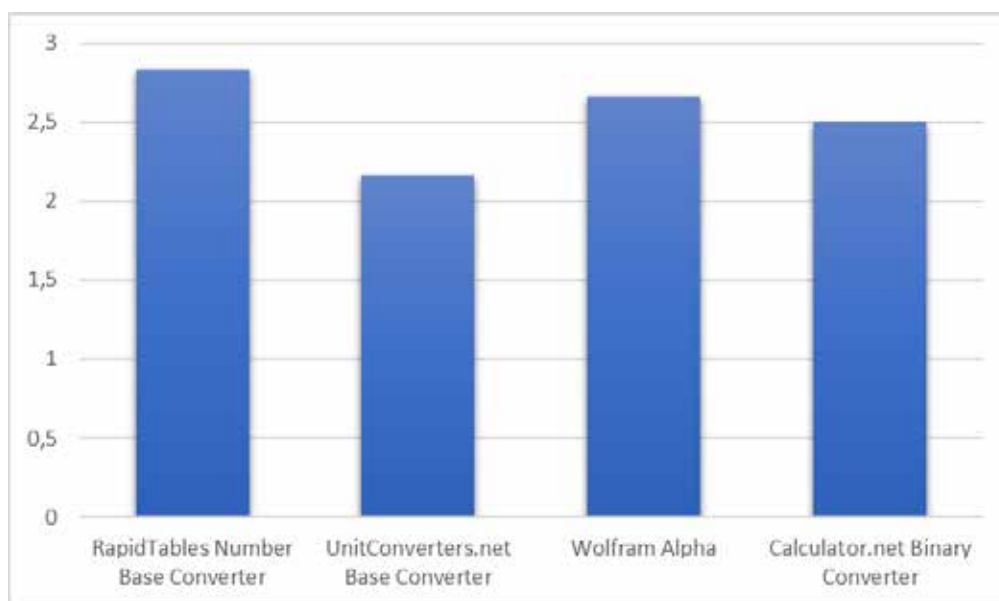


Рис. 1. Результати аналізу онлайн-сервісів

Base Converter

Base calculator Base converter

Convert number from any base to any base:

Enter number: 100

From Base: 10 (decimal)

To base: 2 (binary)

Convert x Reset % Swap

Result number (7 digits): 1100100

Copy

Calculation steps

Decimal to base 2 calculation:

Divide by the base to get the digits from the remainders:

Division	Quotient	Remainder (Digit)	Digit #
100/2	50	0	0
50/2	25	0	1
25/2	12	1	2
12/2	6	0	3
6/2	3	0	4
3/2	1	1	5
1/2	0	1	6

= (1100100)₂

Рис. 2. Інтерфейс RapidTables Number Base Converter

функціональні можливості (підтримка баз від 2 до 36, додаткові калькулятори), точність та надійність (стабільна обробка граничних випадків),

продуктивність (швидке завантаження <1 с) та вартість (повністю безкоштовний без лімітів). Однак освітня цінність оцінена на 2 бали через обмежену візуалізацію кроків і відсутність детальних пояснень. Загалом, це надійний і доступний інструмент, але для розробки лекційного матеріалу з акцентом на візуалізацію процесів він потребує доповнення іншими ресурсами.

UnitConverters.net Base Converter (загальна оцінка: 2,16)

Цей інструмент є аутсайдером з найнижчим сумарним балом. По результатах аналізу інструмент отримав 2 бали за зручність, продемонстрував достатньо низьку функціональність та освітню цінність – 1. Точність (надійна обробка прикладів), продуктивність (швидкий відгук) та вартість (безкоштовний доступ) на високому рівні – 3 бали.

Wolfram Alpha (загальна сума: 2,66)

Wolfram Alpha вирізняється максимальними оцінками за всі критерії, крім вартості (2 бали через ліміт запитів у безкоштовній версії та наявність платної Pro-версії для розширених функцій) та освітньої цінності. Зручність інтерфейсу (природномовний ввід, <10 с на задачу), функціональність (підтримка широкого спектру баз), точність (100% успіх у тестах), продуктивність (<1 с відгук) ставлять його на один рівень з RapidTables Number Base Converter.

Calculator.net Binary Converter (загальна сума: 2,5)

Цей інструмент має максимальні оцінки за зручність інтерфейсу (прості поля вводу), точ-

ність (надійний для бінарних задач), продуктивність (швидкий відгук) та вартість (безкоштовний). Функціональні можливості (лише бази 2–10, фокус на бінарних операціях без широких баз чи візуалізації) та освітня цінність (мінімальні пояснення) оцінені на 1 та 2 бали.

Висновки. Проведений порівняльний аналіз чотирьох онлайн-інструментів для конвертації чисел між системами счислення (RapidTables Number Base Converter, UnitConverters.net Base Converter, Wolfram Alpha та Calculator.net Binary Converter) на основі адаптованої моделі якості ISO/IEC 25010 дозволив систематично оцінити їхню придатність для освітніх цілей, зокрема для підготовки лекційних матеріалів і практичних завдань у дисциплінах, пов'язаних зі структурою та організацією даних у сучасних обчислювальних системах. Оцінка за обраними критеріями виявила чітку диференціацію продуктів, з акцентом на баланс між функціональністю, доступністю та педагогічною цінністю. Загалом, результати підтверджують актуальність дослідження, оскільки відсутність єдиної методології оцінки таких інструментів може призводити до субоптимальних виборів, знижуючи ефективність створення навчальних матеріалів та навчання в цілому.

Серед проаналізованих продуктів Wolfram Alpha та RapidTables Number Base Converter демонструють найвищі показники, що робить їх лідерами в цьому сегменті програмного забез-

печення. Wolfram Alpha вирізняється як комплексне рішення, особливо в освітньому контексті. Єдиним обмеженням є вартість. Тому, саме RapidTables Number Base Converter, з сумарною оцінкою 2,83 балів, є оптимальним варіантом у безкоштовному сегменті таких програмних продуктів. Він забезпечує баланс доступності та ефективності, роблячи його максимально привабливим для викладачів.

Інші продукти – UnitConverters.net Base Converter та Calculator.net Binary Converter – поступаються лідерам за ключовими параметрами, зокрема освітньою цінністю та функціональністю. Хоча вони демонструють високу точність, продуктивність і доступність, їхні обмеження роблять їх менш придатними для повного циклу освітнього процесу, де потрібна не лише конвертація, а й демонстрація внутрішніх механізмів обчислень.

На підставі проведеного дослідження рекомендується викладачам технічних ВНЗ, які розробляють лекції та практичні завдання для дисциплін, пов'язаних з системами счислення, використовувати RapidTables Number Base Converter як базовий інструмент. Якщо є фінансова можливість, перевагу слід віддати Wolfram Alpha в Pro-версії, яка, завдяки винятковій візуалізації прикладів, допоміжним матеріалам і кроковим поясненням, стає однозначним лідером для створення інтерактивного контенту.

Список літератури:

1. Sakk E. Understanding Binary Numbers: Concepts in Computer Systems. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. 106 p.
2. Kempthorne D., Steele A. An evaluation of different delivery methods for teaching binary, hex and decimal conversion. Journal of Applied Computing and Information Technology. 2014. Vol. 18, iss. 2. URL: <https://surl.li/keoptr> (дата звернення: 20.04.2025).
3. Schmidt H. IEEE-754 Floating Point Converter. 2024. URL: <https://www.h-schmidt.net/FloatConverter/IEEE754.html> (дата звернення: 21.05.2025).
4. Gemma Coleman, Monica M. G. Big Book of Computing Pedagogy. Cambridge: Raspberry Pi Foundation, 2020. 150 p.
5. Malik M.S.I. The Impact of Digital Learning on Education. Journal of Educational Technology & Society. 2024. Vol. 27, iss. 3. pp. 25–35.
6. Sommerville I. Software Engineering. 10th ed. Pearson, 2015. 816 p.
7. Lami G., Spagnolo G.O. A Lightweight Software Product Quality Evaluation Method. Proceedings of the 17th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE 2022). 2022. pp. 520–528.

Onishchenko T.V., Onishchenko I.O. COMPARATIVE ANALYSIS OF ONLINE NUMBER SYSTEM CONVERSION TOOLS FOR USE IN AN EDUCATIONAL CONTEXT

In software engineering, the understanding of number systems plays a fundamental role, as it underlies the representation of data in computing systems. Students of technical universities studying disciplines related to the structure and organization of data in modern computing environments traditionally perform manual number conversions between databases, which allows them to gain a deeper understanding of the internal mechanisms of computing, such as binary representation and bit-level operations. In software engineering, an

understanding of number systems and number base conversions is fundamental to the future mastery of data representation concepts. However, to develop interactive lectures and practical classes, you can use modern tools for converting number bases, which not only speed up this process but also provide visualization of steps, verification of calculations, and improve the quality of educational material (lectures or practical classes).

Today, there are indeed products on the software market for performing such rather specific and narrowly focused tasks – converting numbers between number systems. They offer different interfaces, accuracy of operations, and additional features. However, there is no single methodology for evaluating these tools, which makes it challenging to select the best solution for integrating into the process of creating educational materials, especially in the context of transitioning to blended or online learning. Without a comparative analysis, the risks of a suboptimal choice increase, leading to suboptimal educational outcomes. That is why a comparative analysis of such tools is gaining relevance, filling a gap in the assessment methodology and contributing to the optimization of pedagogical approaches in technical education.

In this paper, a comparative analysis of 4 online tools for working with number systems was conducted. The evaluation is based on 6 criteria adapted from the ISO/IEC 25010 quality model. The study is based on practical testing using typical conversion tasks, as well as analysis of usability and reliability metrics.

Key words: *number systems, database converters, online tools, usability, software quality, software engineering, ISO/IEC 25010.*

Дата надходження статті: 22.07.2025

Дата прийняття статті: 28.07.2025

Опубліковано: 27.10.2025