



**ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:**  
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

## **ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ**

УДК 378.147:004.77

**DOI** <https://doi.org/10.5281/zenodo.14537363>

### **Формування дослідницької компетентності студентів при виборі інструментів веб-розробки для кросбраузерності**

**Гурковська Світлана Сергіївна**

к.т.н., доцент кафедри цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Україна,  
м. Запоріжжя, Південне шосе, 80, 69008; <https://orcid.org/0000-0001-6594-6815>

**Добряк Сергій Костянтинівич**

к.т.н., доцент кафедри цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Україна,  
м. Запоріжжя, Південне шосе, 80, 69008; старший викладач кафедри  
комп'ютерних інформаційних технологій Донбаська державна машинобудівна  
академія, Україна, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001,  
<https://orcid.org/0009-0005-9108-0812>

**Прийнято: 19.11.2024|Опубліковано: 29.11.2024**

***Анотація.** Метою цього дослідження є формування у здобувачів вищої освіти дослідницької компетентності під час вибору інструментів веб-розробки, які дозволяють забезпечувати кросбраузерність веб-ресурсів. В рамках цієї роботи було проведено аналіз сучасних інструментів, які використовують для тестування сумісності веб-ресурсів із різними браузерами*



*та платформами. Проводилася оцінка ефективності цих інструментів під час використання в навчальному процесі підготовки студентів. Серед методів дослідження використовувалися теоретичний аналіз наукових робіт, які присвячені дослідженням таких інструментів, як Selenium та Cypress. В проведеному експерименті проводилось оцінювання навичок студентів до та після використання запропонованих інструментів. Це дозволило отримати об'єктивні дані для аналізу ефективності запропонованих підходів. В результаті було виявлено, що після проходження курсу понад 80% студентів змогли самостійно виявляти та виправляти помилки сумісності та адаптивності в веб-проєктах, які вони розробляли. Це свідчить про покращення рівня їхньої підготовки з питань забезпечення кросбраузерності. Додатково слід зауважити, що введення та інтеграція сучасних інструментів тестування в навчальний процес формує у студентів навички прийняття обґрунтованих рішень щодо вибору методів оптимізації. Все вищесказане свідчить про необхідність включення практичних робіт, присвячених тестуванню кросбраузерності у навчальні програми дисциплін з веб-розробки для підвищення якості підготовки фахівців з веб-розробки, а також загального рівня компетентності студентів.*

***Ключові слова:** веб-розробка, кросбраузерність, веб-додаток, адаптація, фреймворк.*

### **Formation of students' research competence when choosing web development tools for cross-browser compatibility**

**Hurkovska Svitlana**

Ph.D., Associate Professor of the Department of Digital Technologies and Project-Analytical Solutions LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST



POLYTECHNIK", Ukraine, Zaporizhzhia, Pivdenne shose, 80, 69008;  
<https://orcid.org/0000-0001-6594-6815>

### **Dobriak Serhii**

PhDю, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”,  
Ukraine, Zaporizhzhia, Pivdenne shose, 80, 69008; Donbas State Engineering  
Academy, Ukraine, Ternopil senior lecturer of the department of computer information  
technologies, St. Ruska, 56, Ternopil, 46001, <https://orcid.org/0009-0005-9108-0812>

***Abstract.** The purpose of this study is to develop research competence in higher education students when choosing web development tools that allow them to ensure cross-browser compatibility of web resources. As part of this work, an analysis of modern tools used to test the compatibility of web resources with different browsers and platforms was conducted. The effectiveness of these tools was assessed when used in the educational process of training students. Among the research methods used was a theoretical analysis of scientific works devoted to the study of such tools as Selenium and Cypress. In the experiment, students' skills were assessed before and after using the proposed tools. This allowed obtaining objective data for analyzing the effectiveness of the proposed approaches. As a result, it was found that after completing the course, more than 80% of students were able to independently identify and correct compatibility and adaptability errors in the web projects they developed. This indicates an improvement in the level of their training in ensuring cross-browser compatibility. Additionally, it should be noted that the introduction and integration of modern testing tools into the educational process forms in students the skills to make informed decisions regarding the choice of optimization methods. All the above indicates the need to include practical work on cross-browser testing in the curricula*



*of web development disciplines to improve the quality of training of web development specialists, as well as the general level of student competence.*

**Keywords:** *web development, cross-browser, web application, adaptation, framework.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями (Вступ).** Найбільш поширеним способом дістати інформації в сучасному суспільстві є використання мережі Internet. Велика кількість різноманітних веб-ресурсів суттєво спрощує цей процес. Як результат постійно зростає кількість браузерів та фізичних пристроїв, що створює нові виклики для веб-розробників. І незважаючи на загальну тенденцію певної стандартизації, забезпечення кросбраузерності та адаптації – сумісності веб-ресурсів із різними браузерами, залишається головним питанням. Тому однією з необхідних навичок фахівців з комп'ютерних технологій є формування дослідницької компетентності не лише з теоретичного ознайомлення з методами забезпечення кросбраузерності, а й практичного використання різних інструментів тестування та оптимізації веб-ресурсів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій (Огляд літератури).** Забезпечення кросбраузерності у веб-розробці не пропадає з поля зору фахівців та дослідників вже доволі тривалий період. Причиною тому є широкий спектр браузерів та пристроїв, який постійно поповнюється та використовується користувачами. Велика кількість досліджень спрямована на розробку методів та інструментів для автоматизації тестування, уникнення розбіжностей у відображенні сторінок. Також, частина досліджень звертає увагу на інтеграцію цих підходів до навчального процесу.

В роботах [1-4] систематизуються підходи до кросбраузерного тестування. Fedorchuk A., Usata O., Nakonechna O. [1] розглядають різні техніки візуального



аналізу для виявлення проблем відображення та функціональності. Mahmoud T., Girgis M., Abdullatif B., Zaki A. [4] підкреслюють важливість автоматизації тестів. Проте зазначають, що поточні методи мають обмеження у роботі з динамічними компонентами веб-інтерфейсу. Тому важливим є процес розробки автоматизованих систем тестування веб-додатків. Автори зазначають, що це дозволить спростити процес перевірок завдяки інструментам статичного аналізу HTML5, а це, в свою чергу, дозволить швидко знаходити несумісні елементи, які впливають на кросбраузерну функціональність. Окремо слід виділити класифікацію помилок у адаптивних веб-додатках. Zhao Y. [3] зазначає, що використання машинного навчання та моделей класифікації допомагає ідентифікувати відмінності у відображенні макетів у різних браузерах, що покращує ефективність тестування.

Дослідження авторів [5-10] присвячені розвитку автоматизованих інструментів тестування.

Автори [4-6, 9] виконали порівняльний аналіз інструментів Selenium та Cypress для тестування веб-додатків. Bhimanapati V., Goel P., Jain U. [9] визначають наступне. Selenium відзначається широким спектром підтримуваних браузерів і мов програмування, але складність його налаштування та виконання обмежує застосування для початківців. Cypress, навпаки, пропонує простоту використання та швидке налаштування. Проте цей інструмент підтримує лише JavaScript, що може обмежувати його застосування у командах з різноманітними технічними стеками.

Kaushal U., Singh G., Parashar T. [8] досліджують використання препроцесорів CSS, таких як SASS і LESS, для забезпечення модульності та гнучкості стилізації. Активне використання таких інструментів у процесі веб-розробки, дозволяє покращити кросбраузерну підтримку. Це стає можливим завдяки певній уніфікації стилів.



Цікавими виявилися пропозиції Desai Dr., Hiremath P.G. [12], які стосуються педагогічних аспектів та навчання майбутніх фахівців. Вони пропонують інтегровану систему навчання, яка поєднує теоретичні знання і практичне застосування під час розробки веб-додатків. Це сприяє розвитку навичок програмування та тестування у студентів, дозволяючи їм ефективніше працювати з інструментами автоматизації.

В роботі [10-15] досліджується використання інструментів багатьох інструментів веб-розробки, в тому числі Front-End Code Playground у навчанні веб-програмуванню. Duong H., Chen H. [14] зазначають, що, завдяки можливості отримувати миттєвий зворотний зв'язок студенти швидше засвоюють основи інтеграції HTML, CSS і JavaScript.

Аналіз зазначених робіт показав, що сучасні інструменти та методи забезпечення кросбраузерності активно впроваджуються в практику веб-розробки, проте потребують подальшого удосконалення для роботи з динамічними елементами та інтеграції у навчальні програми. Тому проведені дослідження були спрямовані на виявлення кращого способу інтеграції ряду зазначених інструментів веб-розробки в навчальний процес, для формування дослідницької компетентності студентів та підвищення їхньої конкурентоспроможності на ринку праці.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Забезпечення кросбраузерної сумісності веб-додатків залишається складною та багатогранною проблемою, що вимагає комплексного підходу. Незважаючи на значний прогрес у розробці методів та інструментів тестування, існують аспекти, які потребують додаткового дослідження. Особливої уваги потребує автоматизація процесів, пов'язаних із тестуванням динамічних елементів інтерфейсу. Поточні підходи недостатньо ефективно охоплюють інтерактивні



компоненти, які змінюються в реальному часі, що ускладнює забезпечення консистентності їхньої роботи в різних браузерах.

Навчальний процес з інтеграції сучасних інструментів для кросбраузерного тестування також стикається з певними викликами. Багато студентів мають труднощі у роботі з подібними інструментами через відсутність належної підготовки та доступних методичних матеріалів. Це вказує на необхідність удосконалення навчальних програм, які б поєднували теорію з практичними заняттями, орієнтуючись на реальні потреби ринку.

Ще однією проблемою є технічні обмеження інструментів автоматизації. Наприклад, популярні рішення демонструють ефективність лише в межах вузьких сценаріїв, що обмежує їх використання у більш складних проектах. Також існує потреба у вдосконаленні підходів до роботи з модульними стилями та інтеграції CSS-препроцесорів, які можуть полегшити процес створення універсального дизайну для різних браузерів.

Поточні методи статичного аналізу, що застосовуються для перевірки сумісності HTML5, не забезпечують повного охоплення функціональних можливостей веб-додатків. Це обмежує їх ефективність у контексті розширеного функціонального тестування, що потребує додаткових інновацій.

Дослідження, орієнтовані на вирішення зазначених проблем, можуть сприяти підвищенню якості навчання майбутніх веб-розробників, забезпеченню більшої ефективності інструментів автоматизації та створенню нових підходів до кросбраузерного тестування. Такі підходи сприятимуть зростанню загальної ефективності веб-розробки та покращенню користувацького досвіду.

Наступне дослідження полягає в обґрунтуванні нових підходів до інтеграції фреймворків і інструментів тестування в освітній процес і практичну веб-розробку. Це включає розробку навчального модуля, спрямованого на формування комплексного розуміння адаптивних рішень, та вдосконалення



методики роботи з динамічними компонентами інтерфейсу. Очікується, що такі підходи дозволять усунути існуючі обмеження та сприятимуть підготовці фахівців, здатних ефективно працювати з сучасними фреймворками, забезпечуючи їхню конкурентоспроможність у сфері веб-розробки.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Мета цього дослідження полягає в розробці науково обґрунтованих підходів до формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти у процесі вибору інструментів веб-розробки, що сприяють забезпеченню кросбраузерності. Це питання є важливим як для підготовки конкурентоспроможних фахівців, так і для вдосконалення технологічних підходів до розробки веб-додатків. Забезпечення кросбраузерності є ключовою вимогою сучасного цифрового середовища, де користувачі очікують ідентичної якості роботи веб-додатків незалежно від браузера чи пристрою.

Проблематика формування дослідницької компетентності в цій галузі має міждисциплінарний характер. Вона охоплює питання автоматизації тестування, інтеграції інструментів у навчальний процес та оптимізації підходів до створення адаптивних інтерфейсів. Вибір та застосування відповідних інструментів, таких як Selenium, Cypress або CSS-препроцесори, є складним завданням, яке потребує не лише технічних знань, але й аналітичного підходу до оцінки їхньої ефективності у вирішенні завдань сумісності. Саме це визначає важливість теми як для наукової, так і для практичної галузі.

Результатом роботи має стати обґрунтування підходів до інтеграції зазначених інструментів у освітні програми технічних спеціальностей, з акцентом на розвиток критичного мислення, практичних навичок і творчого підходу до вирішення інженерних завдань. Це дослідження також спрямоване на вдосконалення методологічної бази кросбраузерного тестування шляхом адаптації сучасних інструментів до вимог динамічних інтерфейсів.



**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів (Результати дослідження).** Проведене дослідження мало на меті встановлення ефективних підходів до формування дослідницької компетентності студентів у процесі вибору інструментів веб-розробки, зокрема для забезпечення кросбраузерності. Для цього було розроблено експериментальну програму, яка включала навчальний модуль, тестування обраних інструментів у реальних умовах розробки, а також аналіз їхньої ефективності для вирішення поставлених завдань.

Основною гіпотезою було припущення, що інтеграція автоматизованих інструментів, таких як Selenium, Cypress, а також CSS-препроцесорів, у навчальний процес дозволить не лише покращити технічні навички студентів, а й сприятиме їхньому критичному мисленню у вирішенні кросбраузерних проблем. Дослідження проводилося серед студентів технічних спеціальностей на базі курсу «Веб-розробка» упродовж одного навчального семестру.

Для досягнення цілей дослідження була розроблена експериментальна програма, яка включала три основні етапи: навчальний модуль, практичні заняття з тестування веб-додатків і підсумковий аналіз результатів. Програма впроваджувалася серед студентів технічних спеціальностей в межах дисципліни "Веб-розробка". Тривалість експерименту становила один семестр, що дозволило ґрунтовно оцінити вплив використання сучасних інструментів автоматизації тестування.

Навчальний модуль включав теоретичне ознайомлення студентів із основами кросбраузерного тестування, функціоналом інструментів Selenium і Cypress, а також використанням CSS-препроцесорів SASS та LESS для адаптивної стилізації. Для забезпечення гнучкості програми були створені інтерактивні навчальні матеріали та практичні вправи.



На практичному етапі студенти виконували завдання зі створення адаптивних веб-додатків із застосуванням вивчених інструментів. Вибіркові групи виконували тести із Selenium та Cypress на різних браузерях, аналізуючи помилки в роботі компонентів. Для роботи з CSS-препроцесорами студенти створювали адаптивні макети з урахуванням вимог різних пристроїв.

Оцінювання ефективності програми проводилося на основі кількісного та якісного аналізу. До кількісних методів віднесено вимірювання часу на виконання завдань, кількість помилок у реалізованих проєктах і рівень успішності тестів. Якісний аналіз включав анкетування студентів щодо рівня задоволеності програмою та її корисності у формуванні практичних навичок.

Експериментальна група (20 студентів), яка працювала з автоматизованими інструментами, продемонструвала значно вищі показники ефективності порівняно з контрольною групою (18 студентів). Середній час тестування проєктів у експериментальній групі скоротився на 27%, тоді як кількість функціональних помилок знизилася на 34%. У таблиці 1 наведено порівняльні дані між групами.

Таблиця 1

Порівняння результатів дослідження експериментальної групи та  
контрольної групи

Показник	Експериментальна група	Контрольна група
Середній час тестування (год.)	5,8	8,0
Кількість помилок	12	18

Використання Selenium виявилось ефективним для відстеження поведінки веб-інтерфейсів і тестування на різних браузерях, але студенти зазначали складність його налаштування для динамічних компонентів. Cypress забезпечив



простоту тестування завдяки інтеграції в браузер, однак його обмежена підтримка браузерів ускладнювала тестування менш популярних платформ.

CSS-препроцесори SASS і LESS допомогли експериментальній групі досягти стабільності дизайну на різних браузерах і забезпечити модульність стилізації. Студенти відзначили покращення розуміння принципів адаптивного дизайну та отримали можливість оптимізувати робочі процеси за рахунок повторного використання компонентів.

Отримані дані підтвердили, що інтеграція автоматизованих інструментів і препроцесорів у навчальний процес підвищує технічну підготовку студентів, знижує кількість помилок у проєктах та сприяє розвитку дослідницької компетентності. Це доводить доцільність розширення експериментальної програми та інтеграції запропонованих підходів у стандартні навчальні курси. Аналіз отриманих результатів показав, що студенти експериментальної групи продемонстрували вищу ефективність у вирішенні завдань, пов'язаних із забезпеченням кросбраузерності. Зокрема, час, витрачений на тестування їхніх проєктів, скоротився на 28%, а кількість виявлених помилок зменшилася на 35%. Крім того, студенти цієї групи показали вищі результати у завданнях на модульність стилізації з використанням CSS-препроцесорів, що вказує на зростання їхньої здатності працювати з адаптивними стилями.

Водночас було зафіксовано деякі труднощі. Наприклад, студенти відзначили складність налаштування Selenium для динамічних компонентів інтерфейсу, що потребувало додаткових консультацій із викладачами. Cypress, хоч і забезпечував зручність використання, мав обмеження у підтримці різних браузерів, що викликало труднощі під час тестування менш популярних платформ. Це підкреслює потребу у вдосконаленні навчальних матеріалів і рекомендацій щодо роботи з цими інструментами.



Загалом дослідження підтвердило гіпотезу про ефективність запропонованого підходу. Інтеграція сучасних інструментів у навчальний процес не лише підвищує якість підготовки студентів, але й створює основу для розвитку їхніх дослідницьких компетенцій. Результати цього дослідження можуть бути використані для вдосконалення навчальних програм, спрямованих на підготовку фахівців у галузі веб-розробки.

**Висновки.** Проведене дослідження підтвердило ефективність запропонованих підходів до формування дослідницької компетентності студентів у процесі вибору інструментів веб-розробки для забезпечення кросбраузерності. Застосування автоматизованих інструментів, таких як Selenium та Cypress, сприяло скороченню часу тестування та підвищенню якості створених веб-додатків. Використання CSS-препроцесорів дозволило студентам краще розуміти принципи модульної стилізації та забезпечувати стабільність дизайну на різних браузерах, що підтверджує доцільність інтеграції цих інструментів у навчальний процес.

Водночас дослідження виявило певні труднощі, такі як обмеження в роботі з динамічними компонентами та недостатня підтримка окремих браузерів. Це вказує на необхідність подальшої розробки навчальних програм і методик для більш повної інтеграції інструментів автоматизації у навчальний процес. Результати дослідження формують основу для вдосконалення освітніх підходів і практик у веб-розробці, забезпечуючи відповідність сучасним технологічним викликам і потребам ринку.

### **Список використаних джерел**

1. Fedorchuk A., Usata O., Nakonechna O. WEB DESIGN AND WEB PROGRAMMING IN THE MODERN INTERNET WORLD // Municipal economy of cities. - 2023. - Vol. 6, no. 180. - P. 12–20.



2. Sabaren L., Mascheroni M., Greiner C., Irrazábal E. A Systematic Literature Review in Cross-browser Testing // Journal of Computer Science and Technology. – 2018. – №18(e03). – С. 18–27. DOI: 10.24215/16666038.18.e03.
3. Zhao Y. Flexbox and Grid Layout for Responsive Web Design // International Journal of Web Design. – 2020. – Т. 12, №1. – С. 112–128.
4. Mahmoud T., Girgis M., Abdullatif B., Zaki A. An Automated Web Application Testing System // International Journal of Computer Applications. – 2014. – Т. 99. – С. 37–44. DOI: 10.5120/17387-7926.
5. Watanabe W., Santos D., Oliveira C. Layout Cross-Browser Failure Classification for Mobile Responsive Design Web Applications // ACM Transactions on the Web. – 2023. – Т. 17. DOI: 10.1145/3580518.
6. Xu S., Zeng H. Static Analysis Technique of Cross-Browser Compatibility Detecting // IEEE Conference Proceedings. – 2019. – С. 103–107. DOI: 10.1109/ACIT-CSI.2015.26.
7. Analyzing bootstrap and foundation font-end frameworks : a comparative study // M. Laaziri et al. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). - 2019. - Vol. 9, no. 1. - P. 713.
8. Kaushal U., Singh G., Parashar T. Responsive webpage using HTML CSS (Conference Paper) // International Conference on Cyber Resilience (ICCR). IEEE, Dubai. October 2022. DOI: 10.1109/iccr56254.2022.9995922.
9. Bhimanapati V., Goel P., Jain U. Leveraging Selenium and Cypress for Comprehensive Web Application Testing // Journal of Quantum Science and Technology. – 2024. – Т. 1. – С. 66–79. DOI: 10.36676/jqst.v1.i1.10.
10. Sudheer Kumar Reddy Gowrigar, Nakul Pandey. Responsive Web Development: Web and mobile development with HTML5, CSS3, and performance guide. – BPB Publications, 2024. – 360 с. ISBN: 9355516746.



11. Queiros R. CSS Preprocessing: Tools and Automation Techniques // Information. – 2018. – Т. 9. – С. 17. DOI: 10.3390/info9010017.
12. Desai Dr., Hiremath P.G. Integrated Project Development through Combined Theory and Practices of Core Courses // Journal of Engineering Education Transformations. – 2024. – Т. 37. – С. 980–986. DOI: 10.16920/jeet/2024/v37is2/24148.
13. Snowberger A. Analysis and Application of Front-end Code Playground Tools for Web Programming Education // Journal of Practical Engineering Education. – 2024. – Т. 16. – С. 11–19. DOI: 10.14702/JPEE.2024.011.
14. Duong H., Chen H. ProgEdu4Web: An automated assessment tool for motivating the learning of web programming course // Computer Applications in Engineering Education. - 2024. - №32(5). – p. 18-27.
15. M. Gunaratne. Web Block Craft: web development for children using Google Blockly // International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). - 2024. - Vol. 14, no. 5. - P. 5585.