



УДК 004.925

**GRAPHIC DESIGN SYSTEMS:
SELECTION CRITERIA FOR ENGINEERING EDUCATION
ГРАФІЧНІ СИСТЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ:
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ**

Makhynko V. M. / Махинько В. М.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-2039-5137

Sharan A. V. / Шаран А. В.*s.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.***Bespalyi V. H. / Беспалий В. Г.***Student / студент**National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska 68, 01601**Національний університет харчових технологій, Київ, Володимирська 68, 01601*

Анотація. Сучасна сфера технічного навчання потребує використання різноманітних графічних систем. Вони розширюють можливості викладачів і здобувачів вищої освіти щодо ефективної взаємодії з технічними ідеями й концепціями, надають доступ до вивчення нових методів проєктування, вирішення складних інженерних завдань та створення інноваційних технічних рішень. У статті показано важливість графічних систем як елементів технологічного проєктування в закладах професійно-технічної та вищої освіти, розглянуто критерії вибору таких систем для їх впровадження у навчальні програми. Особливу увагу звернено на вільне програмне забезпечення, обґрунтовано його переваги для освітніх установ. Наведена інформація допоможе правильно обрати графічну систему з врахуванням технічних, технологічних і фінансових аспектів. Провівши порівняльний аналіз найпоширеніших графічних систем, запропоновано використання програмного комплексу QCAD для вирішення різноманітних завдань двовимірного проєктування. Показано, що впровадження цієї системи підвищить ефективність початкового навчання та сприятиме подальшому розвитку студентів у сфері технічного проєктування.

Ключові слова: графічна система, вільне програмне забезпечення, 2D-проєктування, критерії вибору, інженерна освіта.

Вступ.

У сучасному світі, що характеризується швидким розвитком технологічного прогресу, важливість використання різноманітних графічних систем у навчанні загалом і технологічному проєктуванні зокрема стає однією з ключових. Адже графічні системи є невіддільною частиною інженерного світу, забезпечуючи можливість вираження ідей у візуальних концепціях, які надалі можуть бути реалізовані в реальному житті. Тому заклади вищої технічної освіти, відіграючи ключову роль у формуванні майбутніх фахівців, повинні формувати у них навички не лише розуміти, але й застосовувати подібні передові технології у технічних проєктах.

Залежно від своєї складності, графічні системи дають змогу студентам і викладачам-науковцям не лише виконувати схеми та креслення, але і створювати докладні технічні моделі, що відображають усі характеристики продукту або проєкту у вигляді об'ємних просторових конструкцій, полегшуючи вивчення особливостей їхнього функціонування перед фактичною реалізацією. Графічні системи відіграють ключову роль у створенні технічних креслень,



інженерних схем та інших важливих графічних документів, що використовуються у наукових дослідженнях і наступному виробництві. В навчальних закладах різного рівня ці системи стають незамінними інструментами для навчання майбутніх інженерів, архітекторів, та інших фахівців у сфері технології.

Основний текст.

Застосування графічних систем в технологічному проектуванні дає змогу створювати високоякісні та точні технічні креслення, які є основою для виробництва складних систем та пристроїв, інноваційних рішень у різних галузях і сферах діяльності. Уміння працювати з графічними системами стає важливим активом для студентів і випускників, оскільки полегшує проведення власних наукових досліджень, покращує якість розробок, підвищує їх конкурентоспроможність на ринку праці. Тому вибір графічної системи для навчання технологічному проектуванню є складним і важливим завданням закладу освіти, вимагаючи розгляду різних критеріїв і факторів. Адже ця система або стане надійною базою для майбутньої ефективної роботи випускника, або буде втраченим часом, який можна було б витратити на опанування ефективнішої системи. Особливо зважаючи на факт, що підвищення спроможностей кожної графічної системи зазвичай супроводжується ускладненням її інтерфейсу та функціонування. І, як наслідок, до зростання кількості часу, потрібного для її впевненого використання. Не варто забувати й того, що людина традиційно звикає до певної програми, опанованої на початку навчання і зазвичай не має достатнього часу в подальшій професійній діяльності для переходу на нову систему. Тож навчальні заклади повинні вибирати програмне забезпечення, яке не лише відповідає академічним потребам, але й сприяє розвитку актуальних навичок студентів та їх готовності до реальних викликів сучасного технічного світу.

Спробуємо сформулювати критерії вибору графічних систем для впровадження в освітньому просторі, розглянемо основні аспекти (вартість, зручність використання, технічні характеристики), які слід враховувати, обираючи оптимальну програму графічного проектування для навчання й наукових досліджень.

У сучасному світі спостерігається зростання популярності вільного програмного забезпечення (ВПЗ). Для освітніх закладів використання ВПЗ є необхідним кроком у напрямку до відкритого доступу до знань і розширення можливостей для навчання різних груп студентів. ВПЗ зазвичай розповсюджується з відкритим вихідним кодом, що означає вільний доступ до нього для вивчення і можливого використання чи модифікування під конкретні потреби й запити користувача. Основними перевагами ВПЗ для освітніх цілей є [3, 4, 7–9]:

✓ демократизація освіти (ВПЗ зазвичай розповсюджується безоплатно або за значно нижчою за комерційні аналоги ціною, що робить навчання доступнішим для студентів з різних соціальних прошарків, забезпечуючи рівний доступ до засобів і технологій);

✓ удосконалення навичок програмування та комп'ютерної інженерії



(можливість редагування та адаптації вихідних кодів ВПЗ дає студентам можливість використовувати свої навички програмування для вирішення конкретних технічних завдань, додавання нових функції та розширення наявних можливостей);

✓ вільний освітній простір і кооперація (ВПЗ сприяє вільному обмінові знаннями й технічною інформацією між викладачами й студентами, а також в колі спільноти, де користувачі програми активно підтримують одне одного, даючи поради, створюючи навчальні матеріали й спільно вирішуючи технічні проблеми);

✓ стимулювання співпраці між навчальними закладами та спільнотами розробників задля обміну знаннями, досвідом та ресурсами для взаємного розвитку й подальшого удосконалення ВПЗ.

Додатковою перевагою використання ВПЗ в закладах освіти є можливість їх використання навіть для завдань, не пов'язаних напряму з технологічним проектуванням. Наприклад, завдяки доступності вихідних кодів ВПЗ може бути використане на кафедрах комп'ютерного спрямування для проведення наукових досліджень у сфері програмування, створення інноваційних проєктів, що відразу ж будуть апробовані на конкретних задачах.

Як підсумок, ВПЗ відкриває нові горизонти у навчанні, забезпечуючи студентам доступ до передових технологій і сприяючи розвитку їхніх спеціалізованих навичок і творчого потенціалу. Це важливий інструмент сучасної освіти, спроможний суттєво підвищити якість підготовки майбутніх фахівців у сфері технологічного проєктування, тож саме ВПЗ слід розглядати як основного претендента за наявності кількох альтернатив з приблизно однаковими функціональними можливостями.

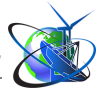
Якщо говорити саме про графічні системи, тут додатково слід враховувати такі критерії [2, 5]:

✓ потреби і завдання (якщо навчальною програмою передбачено опанування певного виду проєктування, важливо обрати програмний засіб, який надає достатньо інструментів саме для такого моделювання, тож для інженерних спеціальностей доцільно звернути увагу насамперед на потужні 2D-системи, тоді як архітектурним спеціальностям важливо мати систему, що передбачає легке просторове 3D-проєктування);

✓ потужність і функціональність (системи повинна забезпечувати виконання широкого спектру завдань, а також можливість взаємодії з іншими програмами і платформами, адже в межах одного навчального закладу тематика навчальних і дослідницьких проєктів може бути надзвичайно різноманітною);

✓ зручність і легкість опанування (оскільки система обирається для опанування новачками, зрозумілість інтерфейсу та доступу до основних функцій є ключовими аспектами, що сприятимуть швидкому вивченню й подальшому використанню програми без необхідності витратити академічні години на власне вивчення основ роботи з нею);

✓ вартість і ліцензійна політика (ціна комерційного програмного забезпечення може стати критичним фактором для навчальних закладів, що мають обмежене фінансування, тож доцільно насамперед розглядати системи,



доступні безоплатно чи за зниженою для закладів освіти вартістю);

✓ підтримання та навчання (якщо впровадження обраної системи вимагає початкової підтримки та подальшого супроводу, важливо, чи надають компанії-виробники доступ до навчальних матеріалів, вебінарів та інших ресурсів, що полегшують цей процес і сприяють швидшому опануванню обраної програми);

✓ можливість інтеграції (графічна система повинна бути сумісною з іншими програмами та технічними засобами, що використовуються в навчальному закладі, передбачати можливість імпорту та експорту файлів, а також взаємодію з різноманітними пристроями);

✓ підтримання різних платформ, на яких можна використовувати обрану графічну систему (якщо система підтримує Windows, macOS та Linux, це забезпечує більшу гнучкість у встановленні на комп'ютери різного технічного рівня та створює однакові можливості для всіх користувачів, незалежно від їхніх операційних систем);

✓ наявність активної спільноти користувачів та розробників, яка може надавати поради, розробляти додаткові інструменти й полегшувати вирішення технічних проблем.

Врахування цих критеріїв дасть змогу навчальному закладові зробити обґрунтований вибір графічної системи, що забезпечить швидкий і якісний процес навчання та перспективність подальшого використання у майбутній професійній діяльності.

У останні роки ринок програмного забезпечення для виконання технічних креслень пережив значний розвиток, що привело до розширення вибору доступних закладам освіти варіантів. Розглянемо основні програми для виконання креслень, звертаючи увагу на їхній функціонал, переваги й можливі недоліки.

Однією з найпопулярніших та найрозповсюдженіших програм для виконання технічних креслень є AutoCAD — дво- і тривимірний автоматизований проєктувальний комплекс, що включає повний набір інструментів для комплексного тривимірного моделювання (підтримується твердотіле, поверхневе і полігональне моделювання). AutoCAD дає можливість отримати високоякісну візуалізацію моделей за допомогою рендерингу, пропонує широкий спектр інструментів для розроблення складних проєктів і забезпечує можливість інтеграції з іншими програмами та платформами. Завдяки цьому програма стала своєрідним еталоном для інших програм подібної спрямованості. Водночас така універсальність закономірно викликала ускладнення системи для початкового опанування, появу великої кількості інструментів, значна частина яких може й не бути використана в окремому конкретному проєкті. Також слід брати до уваги досить високу вартість цього програмного комплексу, що робить його не найкращим вибором для бюджетних навчальних закладів (хоча заради справедливості слід зазначити, що розробники AutoCAD надають широку підтримку освітнім установам та пропонують освітню безоплатну ліцензію на свій продукт). Конкурентом AutoCAD на цьому сегменті ринку професійного програмного забезпечення є SolidWorks — програмний продукт для 3D-проєктування виробів будь-якого ступеня



складності й промислового дизайну. Для моделювання відносно простих тривимірних об'єктів може бути також використана програма SketchUp, що має як повнофункціональну платну версію, так і безоплатний варіант, обмежений насамперед щодо можливості експортування в інші формати. Цікавим варіантом для освітніх закладів може стати BricsCAD — система автоматизованого проектування, яка поєднує можливості 2D- та 3D-моделювання і має безоплатний річний академічний доступ для використання в освітніх цілях з можливістю подальшого продовження ліцензії. Подібний варіант для студентів і освітніх закладів пропонує і розробник CAD Schroer у своєму програмному продукті M4 Personal. Гідним ВПЗ-конкурентом згаданих програм на ринку 3D-проектуювання є FreeCAD — система автоматизованого проектування загального призначення, яка розповсюджується на умовах ліцензій GNU GPL і GNU LGPL і призначена насамперед для моделювання в галузі машинобудування і промислового дизайну, але може бути використана і в багатьох інших сферах (наприклад, архітектурі) [10]. Маючи високий інтеграційний потенціал (у FreeCAD широко використовуються відкриті бібліотеки, призначені для наукових обчислень і мова програмування Python, а саму FreeCAD також можна використати в інших програмах як бібліотеку), FreeCAD може стати для навчальних закладів перспективною програмою щодо використання в освітніх і дослідницьких цілях.

Серед графічних систем, які надають можливості 2D-проектуювання, вибір значно ширший. Найчастіше у цій сфері згадують вже представлений вище AutoCAD, а також DraftSight і LibreCAD. Як бачимо (табл. 1), DraftSight за напрямом 2D-проектуювання має порівняний з AutoCAD рівень функціональності й сумісності (у тому числі підтримання стандартного для подібних креслень формату файлів DWG), але більшість цих можливостей представлено лише у платній версії. Тоді як LibreCAD надає базовий набір інструментів для створення креслень і може стати гарним вибором для користувачів, які шукають насамперед безоплатну й легку у використанні програму для простих 2D-проектів.

Таблиця 1 — Порівняльна характеристика систем для 2D-проектуювання

| <i>Характеристика</i> | <i>AutoCAD</i> | <i>DraftSight</i> | <i>LibreCAD</i> |
|-----------------------|----------------|--------------------|-----------------|
| Доступність | Платна | Безкоштовна/Платна | Безкоштовна |
| Підтримання DWG/DXF | Так | Так | Так |
| Функціональність | Висока | Висока | Середня |
| Інтерфейс | Складний | Середній | Простий |

[Узагальнено авторами]

На жаль, значно менше відомо широкому загалу про відкриту мультиплатформенну систему для 2D-проектуювання QCAD. Хоча вона практично цілковито відповідає сформульованим у даній статті вимогам до програм, які можуть бути використані в освітніх закладах для вивчення принципів і опанування інструментів створення технічних креслень різного спрямування [1, 6]:



- ✓ вільне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, що розповсюджується за ліцензією GPL версії 3 (GPLv3);
- ✓ інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дає змогу швидко опанувати систему і зосередитися саме на 2D-конструюванні, а не на вивченні особливостей і принципів функціонування програми;
- ✓ підтримка стандартних форматів файлів DWG та DXF, що дозволяє легко обмінюватися проектами з іншими CAD-системами;
- ✓ наявність значної кількості безоплатних навчальних матеріалів, онлайн-уроків та відеоінструкцій, які допомагають опанувати QCAD і демонструють приклади його використання для вирішення технічних задач різного рівня складності;
- ✓ QCAD має активну спільноту користувачів і розробників, які готові надавати підтримку та відповідати на запитання, що особливо корисно для студентів, які можуть отримати поради й відповіді на свої запитання від досвідчених користувачів.

До того ж QCAD також має платну версію (QCAD Professional) з розширеними можливостями: підтриманням формату DWG та новіших версій DXF, можливість експорту в SVG, створення багатосторінкових PDF, 24-розрядна глибина кольору, додаткові інструменти проектування і надає можливість повноцінного ознайомлення з нею для кращого розуміння відповідності потребам конкретного проєкту чи освітньої траєкторії.

Порівнюючи характеристики прийнятої за стандарт програми AutoCAD і QCAD у сфері 2D-проектування (табл. 2), можемо зробити висновок, що остання є гідною альтернативою для вибору технічними освітніми закладами. Адже дає змогу враховувати конкретні потреби користувача, зазвичай обмежений бюджет освітньої установи та досить низькі системні вимоги до комп'ютерної техніки, на яку може бути встановлений QCAD. До того ж з часом випускник, орієнтуючись на свої потреби у професійній діяльності, може перейти на платний варіант QCAD, отримавши (в уже звичному графічному середовищі) додаткові інструменти й можливості та витративши при цьому в декілька разів менше, порівняно з придбанням AutoCAD, коштів.

Таблиця 2 — Порівняльна характеристика AutoCAD і QCAD

| <i>Характеристика</i> | <i>AutoCAD</i> | <i>QCAD</i> |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Доступність | Платна | Безкоштовна (Community Edition) / Платна (QCAD Professional) |
| Операційні системи | Windows, macOS | Windows, macOS, Linux |
| Версії | Різні версії для різних потреб | Базова Community Edition, QCAD Professional |
| 2D/3D моделювання | 2D та 3D | Тільки 2D |
| Інтерфейс | Розширений і потужний | Легкий і дружній до користувача |
| Формати файлів | DWG, DXF, DWF, PDF, BMP, PNG, JPEG | DWG, DXF, SVG, PDF, BMP, PNG, JPEG |



| | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Сумісність з іншими CAD | Відмінна | Висока, особливо через DWG і DXF |
| Розширені можливості | Широкі можливості 2D- та 3D-проектів | Обмежені для 2D-проектів |
| Підтримка спільноти | Велика активна спільнота користувачів | Активна спільнота користувачів та розробників |
| Навчальні ресурси | Велика кількість навчальних матеріалів та курсів | Велика кількість безкоштовних навчальних матеріалів і відеоуроків |

[Узагальнено авторами]

Висновки.

У статті було показано важливість використання сучасних графічних систем у сфері технічної освіти для підготовки високваліфікованих і висококонкурентних фахівців інженерних спеціальностей. Провівши аналіз освітніх потреб і можливостей, було сформульовано критерії вибору програм для виконання технічних креслень різної спрямованості. Особливу увагу було звернено на вільне програмне забезпечення, що за багатьма характеристиками є доцільнішим для використання у закладах професійно-технічної та вищої освіти. На прикладі графічних систем для 2D-проектування проведено порівняння найпоширеніших програм, запропоновано використання системи QCAD, що відповідає основним освітнім, дослідницьким та виробничим вимогам. Маючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (частково перекладений українською) і наявність основного інструментарію для виконання графічних робіт різного рівня складності, ця програма може стати базовою платформою для легкого входження у сферу технічного дизайну й технологічного проектування.

Література:

1. Andrew Mustun (2009). *QCAD – An Introduction to Computer-Aided Design*. CreateSpace Independent Publishing Platform. Available at: <https://qcad.org/en/documentation/the-qcad-book>.
2. Cheng, L.-Y. and Barbosa, C.C. (2007). The Use of freeware in the teaching of engineering design graphics, in *International Conference on Engineering Education*. from <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/339.pdf>.
3. Corbly, J.E. (2014). The Free Software Alternative: Freeware, Open Source Software, and Libraries, *Information Technology and Libraries*, 33(3), p. 65. Available at: <https://doi.org/10.6017/ital.v33i3.5105>.
4. Diego Guacho, M. and Rivadeneira, F.M. (2014). Implementation of computer laboratories in schools at low-cost with environmental perspective, in *2014 First International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. IEEE, pp. 39–47. Available at: <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2014.6819942>.
5. García, R.R. *et al.* (2007). Teaching CAD at the university: Specifically written or commercial software?, *Computers & Education*, 49(3), pp. 763–780. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.013>.



6. Hontoria, L. (2001). QCad, diseño en 2D, *Linux Actual: la primera revista en castellano del sistema operativo Gnu/Linux*, 3(21), pp. 52–55.

7. Miller, K.W., Voas, J. and Costello, T. (2010). Free and Open Source Software, *IT Professional*, 12(6), pp. 14–16. Available at: <https://doi.org/10.1109/MITP.2010.147>.

8. Morais, F.H.D.O. *et al.* (no date). Universidade e Software Livre, in *Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre*.

9. St Amant, K. and Still, B. (2007). *Handbook of Research on Open Source Software: Technological, Economic, and Social Perspectives*. IGI Global.

10. Tato-Sánchez-Del-Valle, P.E., Conde-Fernández, A. and Vila-Lameiro, P. (2024). Simulation with CAD in Robotics. Free Software Versus Proprietary Software in University Teaching, in, pp. 375–384. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51623-8_36.

Abstract. *The modern field of technical education requires the use of various graphic systems. They expand the capabilities for educators and higher education seekers for the effective interaction with technical ideas and concepts, give access to study of new design methods, meeting of engineering challenges and creation of innovative technical solutions. The paper shows the importance of graphic systems as elements of technological design in vocational and higher education institutions and examines the criteria for selecting such systems for their introduction in curricula. Particular attention is paid to free software; its advantages for educational institutions are substantiated. The information given will help select a proper graphic system subject to technical, technological and financial aspects. Based on the comparative analysis of the most common graphic systems, the paper offers to use the QCAD software package to solve various two-dimensional design tasks. It shows that the introduction of this system will improve the efficiency of primary education and promote further students' development in the field of technical design.*

Key words: *graphic system, free software, 2D design, selection criteria, engineering education.*

Стаття відправлена: 20.02.2024 р.

© Махинько В. М.