

**Строгуш Олег Андрійович**

Аспірант кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем,

<https://orcid.org/0009-0004-0232-601X>

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

**ПРОЦЕСИ ДОСТУПУ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ В ХМАРНІ СЕРВІСИ**

**Анотація.** У роботі розглянуто різні аспекти впровадження хмарних технологій у системах автоматизованого проєктування. Проведено детальний аналіз наявних систем автоматизованого проєктування, їх властивостей та можливостей інтеграції з хмарними сервісами. Основну увагу приділено перевагам хмарних технологій, таким як відсутність необхідності установки програмного забезпечення, доступність з будь-якого пристрою та можливість спільної роботи над проєктами. Це уможливило значно зменшити витрати на технічне обслуговування та оновлення програмного забезпечення. Крім того, доступність з будь-якого пристрою робить хмарні технології зручними для користувачів, які можуть працювати над проєктами з будь-якого місця, маючи доступ до Інтернету. Проаналізовано наявні технології хмарних обчислень, їх класифікацію та тенденції розвитку. Зокрема, розглянуто різні моделі хмарних обчислень, такі як інфраструктура як послуга, платформа як послуга та програмне забезпечення як послуга. Кожна з цих моделей має свої особливості і переваги, які можуть бути використані у САПР. У роботі також досліджено системи автоматизованого проєктування, що використовують хмарні сервіси, створення методик розподілу обчислювальних ресурсів та взаємодію з хмарними сервісами. Важливою складовою є розробка методів ефективного розподілу обчислювальних ресурсів між користувачами, що уможливило оптимізувати використання хмарних потужностей і знизити витрати на їх експлуатацію. Також розглянуто вплив хмарних технологій на швидкість виконання інженерних розрахунків і моделювання складних конструкцій. Враховано важливість безпеки даних у хмарних середовищах, адже це є одним із ключових викликів під час впровадження хмарних сервісів у проєктні процеси. Додатково розглянуто вплив хмарних обчислень на колаборативну роботу в середовищах проєктування. Інженери та проєктувальники можуть у реальному часі обмінюватися даними, редагувати моделі та спільно аналізувати результати, що значно прискорює розроблення. Використання штучного інтелекту і машинного навчання у хмарних сервісах також є перспективним напрямом, що дає змогу автоматизувати рутинні процеси, підвищуючи ефективність роботи користувачів. Крім того, вивчено економічний аспект впровадження хмарних технологій, оскільки вони дають змогу значно знизити витрати на апаратне забезпечення та енергоспоживання. У висновках роботи підкреслено значення інтеграції САПР з хмарними технологіями для підвищення ефективності проєктування. Хмарні технології не лише підвищують доступність інструментів проєктування, а й сприяють покращенню співпраці між інженерами та проєктувальниками. У сучасному інженерному і проєктному середовищі це стає ключовим фактором для успішної реалізації проєктів. Інтеграція хмарних технологій у САПР допомагає розв'язувати численні задачі, пов'язані з проєктуванням, з меншою витратою ресурсів та часу. Це сприяє загальному підвищенню продуктивності праці та якості виконуваних проєктів. Отже, хмарні технології стають невід'ємною частиною сучасних систем автоматизованого проєктування, відкриваючи нові горизонти для інженерії та проєктування, зокрема у сферах машинобудування, архітектури та електроніки. Зростаюча популярність хмарних технологій у САПР свідчить про їхню ефективність і перспективність, що робить їх важливим напрямом подальших досліджень та вдосконалення.

**Ключові слова:** системи автоматизованого проєктування (САПР); хмарні сервіси; оптимізація ресурсів; інфраструктура; централізований доступ

**Вступ**

Ринок хмарних технологій продовжує дуже бурхливе зростання. За прогнозами компанії IDC він

зросте більше ніж на 60%. За інформацією аналітичного дослідження компанії Orange Business Services, ринок хмар для бізнесу виросте з 5,7 млрд доларів у 2023 р. до 23 млрд доларів до кінця 2024 р.

Водночас ринок послуг зі створення хмарних послуг складе додатково близько 30 млрд доларів [2].

Величезний інтерес замовники виявлятимуть до моделей IaaS і SaaS. Згідно з прогнозом середнє щорічне зростання цих сегментів складе близько 40 і 50% відповідно, вони будуть, як і раніше, домінувати на ринку.

Застосування хмарної технології SaaS має багато переваг для клієнтів, серед яких особливо важлива – доступ до програмного забезпечення практично з будь-якого комп'ютера, який підключений до мережі Internet, і можливість колективної роботи над проектом різними людьми з різних робочих місць і можливо з різних міст. Певні переваги має перенесення обчислювального навантаження на сервер, що дає змогу задіяти величезні обчислювальні потужності і реалізувати складні розрахунки протягом деякого часу, не припиняючи роботу над іншими задачами. Також клієнт звільняється від зберігання інформації та відповідальності за збереження, оскільки ці завдання виконуються сервісом і його персоналом [1].

Хмарні технології перестали бути новинкою для бізнесу – підприємства дуже часто стали вдаватися до цих рішень, розмірковуючи вже про більш детальні технології та особливості інформаційної безпеки, варіанти сценаріїв перенесення IT-інфраструктури. Cloud-технології сприймаються як необхідний спосіб сфокусуватися на основному бізнесі, передавши всі або частину завдань зі створення або управління серверною IT-інфраструктурою спеціалізованим організаціям.

### Аналіз останніх досліджень

Аналіз наукових публікацій, присвячених системам автоматизованого проектування (САПР), демонструє широкий спектр досліджень, спрямованих на вдосконалення цих систем у різних аспектах їхнього застосування та розвитку. Публікації охоплюють технічні нововведення, методологічні підходи, а також аналіз ефективності застосування САПР у різних галузях.

Багато робіт присвячені впровадженню новітніх технологій у системи автоматизованого проектування, таких як штучний інтелект і машинне навчання, для підвищення якості проектування, скорочення часу на розроблення проектів та автоматизації рутинних задач. Окрема увага приділяється розробці інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень та аналізу даних.

Термін «хмарні обчислення» (cloud computing) використовують для позначення методу обчислень на персональному комп'ютері із застосуванням динамічно масштабованих віртуальних ресурсів. Програми в хмарних обчисленнях доступні через web-браузер, а інформація і програми зберігаються

на виокремлених серверах. У такому разі, хмарні технології використовуються як метафора для позначення Internet. Перекладаючи обчислювальне навантаження на виокремлений сервер, користувач отримує доступ до високопродуктивних програм, запущених на будь-якому пристрої. Тому, в основі хмарних технологій лежить архітектура виду клієнт-сервер. Важливою архітектурною характеристикою хмарних технологій є те, що немає необхідності в установці програмного забезпечення на пристрій користувача (ноутбук, комп'ютер, смартфон). Замість цього необхідно встановити модуль розширення до web-браузера. Такий модуль встановити простіше, а будучи встановленим, може обслуговувати різні додатки [3].

Зростання інтересу до хмарних технологій набуло поширення і у сфері автоматизованого проектування. Хмарні САПР надають користувачам гнучкість, мобільність та можливість спільної роботи над проектами без необхідності встановлення складного програмного забезпечення на локальні комп'ютери. Аналіз публікацій підкреслює переваги та виклики, пов'язані з безпекою даних та інтеграцією з наявними робочими процесами.

Один з головних напрямів розвитку САПР – хмарні обчислення (розміщення на віддалених серверах, віддалена робота з інформацією, з різних пристроїв, які мають вихід в Інтернет). Зараз хмари дуже істотно просунулися в сегменті легких сервісів і додатків – переважно в споживчому секторі. Здійснювати хмарну взаємодію можна двома методами: публічно, коли доступ до сервера, розташованого біля провайдера, відкритий через Інтернет, і в приватному порядку, коли сервер розташовується на підприємстві, а звернення до нього відбуваються по закритій локальній мережі. Хмари – це не тільки сучасні нові технології, але і можливість експериментувати з новими бізнес-моделями.

Розглянемо наявні технології хмарних обчислень.

У 2008 р. ізраїльський проєкт Visual Тао використовував технологію Flash для проектування web-редактора файлів DWG, аналогічного за глибиною функціоналу AutoCAD, який повинен продаватися згідно з технологією SaaS. Серверна частина використовувалася для зберігання даних і для забезпечення спільної роботи декількох працівників над одним кресленням (з 2011 р. продукт став відомий, як система Autodesk Project Butterfly).

Компанія Cadezy почала проектувати аналогічну систему в 2009 р. Взв'язи за базу платформу для створення програм DWGdirect, фірма планувала створити кілька версій додатків подібних системі AutoCAD: DeskCAD для Windows, Linux, Mac OS і WebCAD, який запускається у вікні web-браузера. За зберігання всіх створених креслень

відповідала Data Storage System, доступ можна було отримувати з DeskCAD або з WebCAD (за допомогою спеціального плагіна навіть з AutoCAD). Розробники компанії Cadezu планували реалізувати багато революційних ідей в хмарних технологіях [9].

У 1999 р. утворилася канадська фірма Aftercad. Вона спочатку займалася трансляцією CAD-інформації з пропрієтарних форматів у формат SVG, що уможливило двовимірні креслення публікувати в Internet. Поступово розвиваючись, розробники прийшли до хмарних обчислень, які допомагали користувачам обмінюватися CAD-інформацією в різних форматах, публікувати їх у web та організовувати спільну роботу [4].

Незабаром для створення моделей не буде потреби ні в браузері, ні в комп'ютері взагалі. Розробники зможуть працювати з віртуальними-реальними моделями, в тому числі спільно через Internet, перебуваючи на різних кінцях земної кулі. Завдяки хмарним комп'ютерним сервісам моделі можна буде конструювати, розглядати і проводити віртуальні навантажувальні симуляції або тестування [5].

Хмарні обчислення являють собою особливу парадигму в наданні обчислювальних ресурсів. Вона висуває певні вимоги до архітектури додатків (САПР) і системі планування, які можуть відрізнятися залежно від хмарної концепції. У хмарі САПР буде представлена набір сервісів у складі хмарного вузла – системи складаються з цих сервісів, обмінюються повідомленнями, що складаються з керуючих команд, звітів виконання цих команд, а також результатів роботи.

Є три основні моделі обслуговування [6]:

1. Програмне забезпечення як послуга (Cloud Software as a Service – SaaS)
2. Платформа як послуга (Cloud Platform as a Service – PaaS).
3. Інфраструктура як послуга (Cloud Infrastructure as a Service – IaaS).

**Програмне забезпечення як послуга (Cloud Software as a Service – SaaS).** За моделю SaaS постачається апаратна інфраструктура і ПЗ, а також розробник забезпечує взаємодію з користувачем через інтерфейсний портал. SaaS на сьогодні є доволі широким на ринку. За SaaS можуть надаватися найрізноманітніші послуги, від вебпошти до управління складами, обробки БД. Перевагою такої моделі є те, що кінцевий користувач може вільно користуватися послугою в будь-якій точці світу. Послуга доступна користувачеві через Інтернет-браузер або інший програмний інтерфейс.

Користувач не контролює і жодним чином не впливає на хмарну інфраструктуру, включаючи мережу, сервери, операційні системи, сховища інформації або навіть окремих можливостей

додатків, за винятком обмежених параметрів конфігурації налаштувань.

Приклади SaaS сервісів: Google Apps (Gmail, Docs, Sheets, Slides, Forms), Microsoft Office 365, Salesforce, Amazon Web Service, DropBox, LinkedIn, Exact Online, Outlook Web Access, Adobe Creative, Google Analytics, JIRA.

Хмарна інфраструктура – це сукупність апаратних засобів і програмного забезпечення, яке задовольняє п'ять основних характеристик хмарних обчислень. Хмарну інфраструктуру можна розглядати як два рівня – фізичний рівень і рівень абстракції. Фізичний рівень складається з апаратних ресурсів, необхідних для підтримки хмарних сервісів, і зазвичай включає в себе сервери, системи зберігання та мережеві компоненти. Рівень абстракції складається з програмного забезпечення, розгорнутого через фізичний рівень, виявляє істотні характеристики хмар. Концептуально рівень абстракції розміщується над фізичним рівнем.

**Платформа як послуга (PaaS).** У хмарі визначається набір програмних продуктів і засобів розробки, розміщених на інфраструктурі провайдера. Розробники можуть створювати додатки на платформі послуг через Інтернет. PaaS провайдери можуть використовувати API, сайт-портали, шлюзи, або програмне забезпечення, встановлене на комп'ютері клієнта. Можливості надаються споживачеві для розгортання на хмарі інфраструктури придбаних додатків або створених споживачем, використовуючи мови програмування, бібліотеки, сервіси та інструменти, які підтримуються провайдером. Споживач контролює, що лежить в основі хмарної інфраструктури, включаючи мережі, сервери, операційні системи, але має контроль над розгорнутими додатками і, можливо, над параметрами конфігурації для програми-хостингу середовища [7].

**Інфраструктура як послуга (IaaS)** являє собою віртуальний сервер для запуску, зупинки, доступу, налаштування своїх віртуальних серверів і систем зберігання. IaaS дає змогу компанії платити саме за стільки потужностей, скільки їй необхідно. Цю модель іноді називають «комунальні обчислення».

Потужності даються користувачеві на зберігання даних, обробку процесорів, мереж та інших обчислювальних фундаментальних ресурсів, де користувач має можливість запустити і розгорнути будь-яку програму, яка може містити в собі додатки і операційні системи. Користувач не перевіряє, що лежить в основі хмарної інфраструктури, але володіє контролем над зберіганням інформації, розгортанням додатків і операційними системами, також допустима обмежена перевірка деяких мережевих компонентів (хост-брандмауерів) [8].

Отже, аналіз публікацій свідчить про активний розвиток галузі автоматизованого проєктування, постійний пошук інноваційних рішень, що спрямовані на підвищення продуктивності проєктних робіт та якості кінцевих продуктів.

### Мета дослідження

Мета – дослідити й проаналізувати сучасні методи та стратегії інтеграції систем автоматизованого проєктування (САПР) з хмарними сервісами, ідентифікувати основні проблеми безпеки, пов'язані з доступом до хмарних сервісів, та створити рекомендації щодо оптимізації процесів доступу з метою підвищення ефективності, гнучкості та безпеки проєктних робіт у хмарному середовищі.

### Викладення основного матеріалу

Сучасні методи та стратегії інтеграції систем автоматизованого проєктування з хмарними сервісами відкривають нові горизонти для інженерів, дизайнерів та архітекторів, допомагаючи їм підвищити продуктивність, ефективність та гнучкість проєктних робіт. Розглянемо детальніше кожен з цих методів і стратегій.

#### Використання моделі SaaS – основні аспекти:

- Доступність: САПР, що пропонуються як послуга (SaaS), вимагають лише інтернет-з'єднання для доступу, усуваючи потребу в скачуванні та встановленні програм на локальні комп'ютери.
- Вартість: Клієнти платять за користування програмним забезпеченням на підписку, що значно

знижує витрати на придбання та володіння програмним забезпеченням.

- Оновлення й обслуговування: Провайдери SaaS відповідають за оновлення та технічне обслуговування програмного забезпечення, забезпечуючи користувачам доступ до найновіших версій без додаткових витрат.

Концепція SaaS допоможе користувачам використовувати можливості системи моделювання без зайвих витрат обчислювальних ресурсів. Вона дасть можливість доступу до функціоналу САПР як до хмарних сервісів. А також дасть можливість масштабування системи і розпаралелювання завдань (рисунок).

Будемо розглядати таку структуру САПР, де кожен сервіс не залежить від інших, і його можна підключити/відключити, не порушуючи загальної працездатності системи.

Оскільки хмарний вузол складається із сервісів, розглянемо на початку технічну базу сервісу. Технічно кожен сервіс є певним кластером, що складається з декількох серверів (їх кількість може змінюватися залежно від потреб системи) за таким принципом. Будь-яке завдання, передане сервісу потрібно розподілити по серверах кластера, тому в ньому має бути система розподілу завдань, що відповідає як за балансування навантаження, так і за можливість звернення до конкретного сервера. Тоді між ними можливий розподіл навантаження, що зручно для планування.

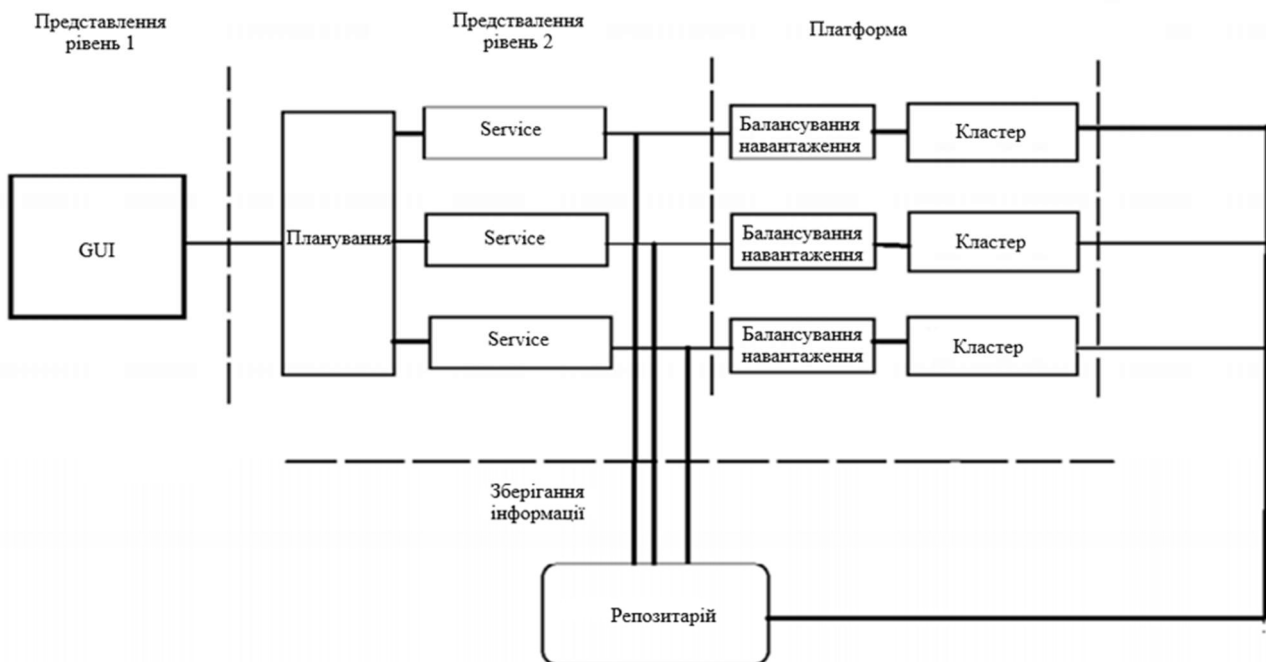


Рисунок – Структура хмарного вузла

Короткий опис основних сервісів і компонентів:

1. Ядро (блок керування). Зберігає список завантажених на вузлі примірників сервісів, їх конфігурацію, колекції виконуваних в конкретний момент кожним сервісом завдань та інформацію про їх стан.

2. Реєстр сервісів. Служить для публікації і ведення списку сервісів, доступних для споживачів.

3. Репозиторій. Містить метадані про модель: визначення класів, атрибутів і методів, а також проміжні результати розрахунків тощо, зберігає процес всієї побудови моделі, містить створені в минулому моделі для повторного використання. У цьому випадку складна модель може бути зібрана з компонентів, створених раніше іншими користувачами. Створення складних моделей з нуля однією людиною це – трудомісткий процес, тому можливість повторного використання компонентів моделі різко скорочує час розроблення самої моделі.

4. Розрахунковий модуль (модулі). Будь-який модуль для проведення конкретних розрахунків (їх може бути декілька).

5. Модуль формування результатів обробки і подання користувачеві результатів розрахунків.

6. Модуль взаємодії між вузлами.

7. Модуль збирання статистики.

8. Планувальник – роль планувальника в такому контексті буде полягати в ефективному управлінні обчислювальними засобами, у виборі необхідних сервісів і організації відповідних послідовностей (сервіс – завдання – черга – результат).

**Модульність і віртуалізація – основні аспекти:**

- Гнучкість: САПР, реалізовані через віртуалізовані сервіси, дають змогу легко масштабувати й адаптувати ресурси під потреби проєкту, надаючи можливість швидкого розгортання додаткових модулів або сервісів.

- Інтеграція: Віртуалізація спрощує інтеграцію різноманітних інструментів та сервісів САПР у єдине середовище, покращуючи взаємодію між різними етапами проєктування.

- Доступність ресурсів: Використання хмарних обчислень дає змогу користувачам отримувати доступ до потужних обчислювальних ресурсів без необхідності інвестування в дороге апаратне забезпечення.

Інтеграція САПР з хмарними сервісами стикається з низкою викликів і проблем безпеки, які вимагають ретельного підходу та стратегічного планування для їх вирішення.

## **Захист даних**

Проблематика:

- Загроза витоку даних: Спільне використання даних і ресурсів у хмарі збільшує ризик витоку конфіденційної інформації.

- Кібератаки: Зловмисники постійно шукають нові способи атак на хмарні сервіси для крадіжки або шифрування даних з метою отримання викупу.

Рішення:

- Шифрування: Використання сучасних методів шифрування для захисту даних під час передавання та зберігання.

- Резервне копіювання та відновлення: Створення регулярних резервних копій даних для забезпечення їх відновлення у випадку втрати або пошкодження.

- Розподіл доступу: Встановлення політик контролю доступу на основі ролей для обмеження доступу до конфіденційної інформації.

## **Надійність і доступність сервісів**

Проблематика:

- Перебої в роботі: Перебої в роботі хмарних сервісів можуть призвести до затримок у проєктуванні та збитків для бізнесу.

- Залежність від провайдера: Повна залежність від хмарного провайдера в питаннях надійності та доступності сервісів.

Рішення:

- Вибір надійного провайдера: Вибір хмарного провайдера з високою репутацією надійності та високим рівнем гарантій SLA (Service Level Agreement).

- Георедундантність: Розподіл даних та сервісів між кількома географічно розосередженими центрами обробки даних для забезпечення високої доступності.

Для оптимізації процесів доступу та підвищення ефективності, гнучкості, і безпеки проєктних робіт у хмарному середовищі, можна використати такі рекомендації:

1. Розроблення та впровадження комплексної стратегії безпеки

- Використання шифрування: Забезпечення шифрування даних як в стані спокою, так і під час передачі між клієнтом і хмарним сервісом.

- Менеджмент ідентифікації та доступу (IAM): Впровадження сучасних рішень для управління ідентифікацією та доступом, що включає багаторівневу аутентифікацію і систему контролю доступу на основі ролей та обов'язків.

2. Використання політик безпеки на основі нульової довіри

- Мінімізація привілеїв: Надання користувачам тільки тих прав доступу, які вони потребують для виконання своїх завдань.

- Перевірка всього: Постійна перевірка всіх запитів на доступ до ресурсів, незалежно від походження, для запобігання несанкціонованому доступу.

3. Забезпечення георедундантності та високої доступності

- Розподілені системи зберігання даних: Використання георедундантного зберігання для забезпечення високої доступності даних і захисту від втрати даних.

- Автоматизоване відновлення після збоїв: Впровадження систем, що забезпечують автоматичне відновлення сервісів у випадку їх збою.

4. Застосування політик регулярного резервного копіювання та відновлення

- Регулярне резервне копіювання: Встановлення графіка регулярного резервного копіювання даних для забезпечення їх відновлення в разі втрати або пошкодження.

- План відновлення після катастроф: Розроблення та тестування плану відновлення після катастроф для мінімізації часу простою.

5. Використання хмарних моніторингових інструментів

- Моніторинг у реальному часі: Використання інструментів для моніторингу хмарних сервісів у реальному часі для виявлення і реагування на потенційні проблеми безпеки та збоїв в роботі.

Зараз в глобальній мережі Internet дуже бурхливо розвивається ринок програмного забезпечення у форматі «хмарного» сервісу, але САД-системи на ньому практично не представлені. Реалізація САД-систем у формі «хмарного» сервісу має низку конкурентних переваг.

Зниження часових, фінансових і матеріальних витрат на впровадження систем підвищує їх доступність, що уможливить спільно використовувати системи на різних підприємствах. Зберігання проектів на сервері і можливість надання до них доступу для ознайомлення корисно для організації взаємодії між Замовником і Виконавцем та безперервного контролю з боку Замовника.

Це є конкурентною перевагою систем у форматі «хмарного» сервісу порівняно з іншими САД-системами, оскільки їх впровадження вимагає значних коштів і недоцільно для одиничних проектів, а також часто і просто недоступно для дрібних підприємств. Отже, реалізація системи у вигляді «хмарного» сервісу уможливить надати доступ до сучасного програмного забезпечення.

**Наукова новизна дослідження** полягає у розробці та обґрунтуванні методів інтеграції систем автоматизованого проектування (САПР) з хмарними

сервісами. Вперше запропоновано підхід до оптимізації процесів доступу САПР у хмарне середовище.

Запропоновані методи уможливають мінімізувати ризики інформаційної безпеки під час роботи з хмарними САД-системами і сприяють підвищенню продуктивності проектних процесів. Впровадження таких рішень сприятиме створенню більш ефективної та захищеної архітектури хмарних САПР, що є важливим етапом у цифровій трансформації інженерного проектування.

## Висновок

Розвиток та інтеграція систем автоматизованого проектування з хмарними сервісами є важливим кроком вперед у технологічному прогресі. Цей процес не тільки відкриває нові можливості для підвищення ефективності, гнучкості та якості проектних робіт, а й ставить перед розробниками та користувачами низку викликів, зокрема у сфері безпеки даних та надійності сервісів.

Зростаючий інтерес до моделей IaaS і SaaS свідчить про значний потенціал хмарних технологій у різних секторах економіки, допомагаючи бізнесам стати більш мобільними, гнучкими й орієнтованими на інновації. Водночас збільшення залежності від хмарних сервісів вимагає від організацій більш уважного ставлення до питань інформаційної безпеки та розроблення комплексних стратегій захисту даних.

Аналіз наукових досліджень і публікацій вказує на широкий спектр можливостей для подальшого розвитку САПР у напрямі інтеграції з хмарними технологіями. Це включає впровадження інноваційних рішень, таких як штучний інтелект та машинне навчання, для оптимізації проектних процесів, а також розроблення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Важливо також відзначити роль САПР у освітньому процесі, де їх інтеграція допомагає значно покращити якість навчання, розширюючи можливості студентів для роботи над комплексними проектами та розвитку професійних навичок.

Слід підкреслити, що успішна інтеграція САПР з хмарними сервісами потребує від організацій не лише технічного оснащення, а й ретельного планування, зосередження на питаннях безпеки та використання передових методик управління проектами. Розроблені в рамках цієї роботи рекомендації мають на меті допомогти організаціям ефективно впоратися з цими завданнями, підвищуючи якість та безпеку проектних робіт у хмарному середовищі.

### Список літератури

1. Rittinghouse J., Ransome J, Cloud Computing: Implementation. *Management, and Security*. 2019. 340 p.
2. Katz R. N., The Tower and the Cloud: Higher Education in the Age of Cloud Computing. USA: EDUCAUSE, 2022. 296 p.
3. Mell P., Grance T., The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *Special Publication 800-145*, 2022, pp. 1–3
4. Stallman R., Background: How Proprietary Software Takes Away Your Freedom . *Bostonreview*. 2021, pp. 22–35.
5. Пушкар М. С., Проценко С. М. Проектування систем автоматизації: навч. посібник. Дніпропетровськ. Національний гірничий університет. 2013. 268 с.
6. Трегуб В. Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник. Київ: Ліра-К. 2019. 344 с
7. Hovorushchenko T., Popov P. T., Method of developing the defect-free medical software by establishing the presence of residual defects. *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine*, 3038, 2021, pp. 11–21.
8. Lopatto I., Hovorushchenko T., Intelligent Multi-Agent System for Improving the Quality of Software by Taking into Account the Information of the Subject Area at All Stages of its Development. *2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. 2021, pp. 548–551. DOI: 10.1109/IDAACS53288.2021.9660866.
9. Hovorushchenko T., Pavlova O., Multi-Agent Technology for Assessing the Availability of Information at the Software Development Initial Stages. *2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2021. pp. 353–356. DOI: 10.1109/CSIT52700.2021.9648832.
10. Dotson C., Practical Cloud Security. *A Guide for Secure Design and Deployment*. 1st ed. O'Reilly Media. 2019. 193 p.

Стаття надійшла до редколегії 14.03.2025

#### Strogush Oleh

Postgraduate student of the Department of Robotics and Specialised Computer Systems,

<https://orcid.org/0009-0004-0232-601X>

Cherkasy State Technological University, Cherkasy

#### PROCESSES OF ACCESS OF COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS TO CLOUD SERVICES

**Abstract.** *The paper explores the integration of cloud technologies into computer-aided design (CAD) systems, highlighting their advantages, implementation challenges, and impact on modern engineering and design. These features significantly reduce costs associated with technical maintenance, software updates, and infrastructure while improving workflow flexibility and efficiency. Engineers and designers can work on projects remotely, ensuring seamless execution regardless of location. Existing cloud computing models – Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), and Software as a Service (SaaS) – are analyzed for their applicability in CAD. IaaS offers flexible infrastructure for computationally intensive tasks, PaaS supports application development, while SaaS provides ready-to-use design tools accessible via the internet. The study also examines methods for optimizing computing resource allocation to ensure efficient use of cloud capacities, reduce operational costs, and enhance system performance. A key focus is the impact of cloud computing on engineering calculations and complex structure modeling. Cloud services allow for high-speed simulations, making it easier to analyze and optimize designs. The ability to perform resource-intensive computations remotely enhances processing speed and enables more sophisticated simulations in fields like mechanical engineering, architecture, and electronics. Additionally, cloud-based CAD systems facilitate seamless collaboration, allowing engineers and designers to share data, edit models, and analyze results in real-time. This accelerates development cycles, minimizes errors, and improves final project outcomes. Security remains a critical concern in cloud-based design environments. The paper discusses strategies to safeguard data integrity, protect intellectual property, and ensure compliance with industry standards. Encryption, multi-factor authentication, and access control mechanisms are essential for securing cloud-based CAD solutions. Moreover, integrating artificial intelligence (AI) and machine learning into cloud CAD systems automates routine tasks, improves predictive modeling, and enhances decision-making, leading to increased productivity. The economic benefits of cloud technology are also examined, emphasizing reduced hardware costs, lower energy consumption, and increased operational efficiency. By leveraging cloud infrastructure, companies can reduce investments in expensive local hardware while still maintaining high computational performance. This shift not only cuts costs but also promotes sustainability by reducing energy consumption and carbon footprints. The conclusions underscore the transformative impact of cloud technologies on CAD. Beyond improving accessibility and collaboration, cloud integration streamlines design processes, enhances efficiency, and reduces time and resource expenditures. As cloud adoption in CAD continues to grow, it presents new opportunities for innovation across industries. The ongoing advancement of cloud-based solutions marks a pivotal shift in modern engineering and design, making them an essential area for further research and development.*

**Keywords:** *Computer-Aided Design systems; cloud services; resource optimization; infrastructure; centralized access.*

## References

1. Rittinghouse, J., Ransome, J., (2019). Cloud Computing: Implementation, *Management, and Security*, 340 p.
2. Katz, R. N., (2022). The Tower and the Cloud: Higher Education in the Age of Cloud Computing, *USA: EDUCAUSE*, 296 p.
3. Mell, P., Grance, T., (2022). The NIST Definition of Cloud Computing. In: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, *Special Publication 800-145*, 1–3.
4. Stallman, R., (2021). Background: How Proprietary Software Takes Away Your Freedom. In: *Bostonreview*, 22–35.
5. Pushkar, M. S., Protsenko, S. M., (2013). Proektuvannia system avtomatyzatsii: navch. posibnyk [Design of Automation Systems: Textbook], *Dnipro: National Mining University*, 268 p.
6. Trehub, V. H., (2019). Proektuvannia system avtomatyzatsii: navch. posibnyk [Design of Automation Systems: Textbook], *Kyiv: Lira-K*, 344 p.
7. Hovorushchenko, T., Popov, P. T., (2021). Method of Developing the Defect-Free Medical Software by Establishing the Presence of Residual Defects. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine*, 3038, 11–21.
8. Lopatto, I., Hovorushchenko, T., (2021). Intelligent Multi-Agent System for Improving the Quality of Software by Taking into Account the Information of the Subject Area at All Stages of its Development. *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 548–551. DOI: 10.1109/IDAACS53288.2021.9660866.
9. Hovorushchenko, T., Pavlova, O., (2021). Multi-Agent Technology for Assessing the Availability of Information at the Software Development Initial Stages. *IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, *Lviv, Ukraine*, 353–356. DOI: 10.1109/CSIT52700.2021.9648832.
10. Dotson, C., (2019). *Practical Cloud Security: A Guide for Secure Design and Deployment. 1st ed. O'Reilly Media*, 193 p.

## Посилання на публікацію

- APA Strogush, O. (2025). Processes of access of computer-aided design systems to cloud services. *Management of Development of Complex Systems*, 61, 128–135, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.61.128-135.
- ДСТУ Строгуш О. А. Процеси доступу систем автоматизованого проєктування в хмарні сервіси. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. № 61. С. 128 – 135, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.61.128-135.