

УДК [004+62]:378

Рассовицька М. В.

Гірничо-електромеханічний коледж ДВНЗ «Криворізький національний університет», Кривий Ріг, Україна

**ХМАРО ОРІЄНТОВАНІ CAD/CAM СИСТЕМИ ЯК ЗАСІБ
ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ
МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ МЕХАНІКІВ**

DOI: 10.14308/ite000710

Актуальність дослідження зумовлена протиріччям між зростанням вимог до ІКТ компетентності інженерів-механіків, зокрема з використання хмаро орієнтованих CAD/CAM систем, з одного боку та недостатній рівень використання хмарних ІКТ у навчанні бакалаврів з прикладної механіки з іншого. Мета дослідження полягає у виокремленні хмаро орієнтованих CAD/CAM систем, які доцільно використовувати як засіб формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-механіків, та розробці методичних рекомендацій до їх використання. Важливість інформатичної підготовки бакалаврів з прикладної механіки та формування здатності до використання комп'ютеризованих систем проектування і виробництва підтверджено аналізом освітніх стандартів та діючих освітніх програм. На основі аналізу різноманітних програмних продуктів визначено, що найбільш доцільним є використання у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків продуктів компанії AutoDesk. Розрізнені програмні продукти та хмарні сервіси потребують інтеграції на основі єдиного доступу, який може забезпечити обліковий запис Google. Запропоновано модель використання хмарних технологій як засобу формування ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки. За умови використання відповідних методів та форм організації навчання з використанням хмаро орієнтованих ІКТ, а також засобів діагностики досягається очікуваний результат застосування моделі: підвищення рівня сформованості професійної компетентності бакалаврів з прикладної механіки. Таким чином хмаро орієнтовані CAD/CAM системи стають провідними засобами формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-механіків, формують здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки. Використання хмарних сервісів Google сприяє подальшому розвитку навичок студентів практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

Ключові слова: CAD, CAM, AutoCAD, інженер-механік, хмарний сервіс, хмарні технології, професійна компетентність.

Вступ

В Україні інженерна освіта відіграє ключову роль у сталому розвитку сучасного суспільства. Одним із завдань у розв'язанні сучасних соціальних проблем є розвиток однієї із базових галузей промисловості – машинобудування. Підприємствам машинобудування потрібні конкурентоздатні фахівці з високою продуктивністю і якістю праці, у зв'язку з чим актуальності набуває ефективність їх підготовки в освітніх закладах [1]. Основними



елементами розвитку сучасного машинобудування є перехід до інформаційного забезпечення процесів.

Протиріччя між зростанням вимог до ІКТ компетентності інженерів-механіків, зокрема з використанням хмаро орієнтованих CAD/CAM систем, з одного боку та недостатній рівень використання хмарних ІКТ у навчанні бакалаврів з прикладної механіки з іншого, зумовили актуальність теми нашого дослідження.

Мета дослідження полягає у виокремленні хмаро орієнтованих CAD/CAM систем, які доцільно використовувати як засіб формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-механіків, та розробці методичних рекомендацій до їх використання.

Постановка завдань:

1. Визначити роль CAD/CAM систем у професійній підготовці майбутніх бакалаврів з прикладної механіки.
2. Зробити аналіз досліджень і публікацій у досліджуваній галузі.
3. Виконати добір хмаро орієнтованих CAD/CAM-систем як засобів навчання бакалаврів з прикладної механіки.
4. Розробити методiku використання хмаро орієнтованих CAD/CAM систем у професійній підготовці бакалаврів з прикладної механіки.

Роль CAD/CAM систем у професійній підготовці майбутніх бакалаврів з прикладної механіки

У стандарті вищої освіти України: рівень вищої освіти перший (бакалаврський), ступінь вищої освіти бакалавр, галузь знань 13 Механічна інженерія, спеціальність: 131 Прикладна механіка, який затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 р. № 865 [2], вимоги до ІКТ-компетентності майбутніх інженерів механіків знайшли відображення у таких компетентностях випускника:

- загальна компетентність ЗК9: навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- спеціальна (фахова, предметна) компетентність ФК7: здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проєктування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

Стандартом [2] також затверджуються такі пункти нормативного змісту підготовки бакалаврів зі спеціальності 131 Прикладна механіка, що стосуються використання інформаційних технологій у професійній діяльності:

PH8) знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень;

PH11) розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматизації;

PH12) навички практичного використання комп'ютеризованих систем проєктування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

Подальшу деталізацію змісту навчання бакалаврів з прикладної механіки ми знаходимо в освітніх програмах та навчальних планах закладів вищої освіти, що здійснюють підготовку відповідних фахівців.

Серед фундаментальних дисциплін циклу математичної та природничо-наукової підготовки особливе місце посідають інформатичні дисципліни, до яких згідно навчальних планів різних спеціальностей відносяться такі, як:

- «Інформатика»;
- «Алгоритмічні мови та програмне забезпечення»;
- «Комп'ютерна техніка та програмування»;
- «Сучасні інформаційні комп'ютерні технології»;

- «Обчислювальна техніка та програмування»;
- «Основи інформатики, технологій та програмування»;
- «Інформатика, обчислювальна техніка та програмування».

Програми цих інформатичних дисциплін містять незначні розбіжності, але всі вони спрямовані на формування навичок роботи з графічними та текстовими матеріалами, використовуючи існуюче програмне забезпечення; систематизації та пошуку технічних і наукових даних за допомогою комп'ютерних мереж та програмного забезпечення; вибору потрібного стандартного програмного забезпечення або створення необхідної програми; алгоритмізації та формалізації вирішення загально інженерних задач; обробка графічної інформації із використанням комп'ютерних технологій та застосування автоматизованого робочого місця.

Без належного формування базових ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки неможливе подальше вивчення професійно орієнтованих дисциплін у зв'язку з тим, що провідними засобами навчання на цьому етапі стають більш складні комп'ютеризовані системи автоматизації проектування та документування нових деталей, механізмів та машин – спеціалізовані CAD/CAM-системи.

Аналіз досліджень і публікацій у досліджуваній галузі

Теоретичні та методичні аспекти сучасної підготовки фахівців інженерних спеціальностей засобами ІКТ досліджувались О. М. Алексєєвим, О. І. Ананьєвою, М. Д. Аптекарем, І. О. Гончаровою, Р. Р. Ібраєвим, Д. О. Костяновим, В. П. Куликовим, Н. А. Моїсеєнко, Н. С. Пономарьовою, М. Ю. Порхачевим, Г. І. Шабановим, О. М. Шевченко. Використанню CAD-систем у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків присвячено дослідження В. А. Бойка [1]. Автор аналізує сучасні тенденції використання засобів комп'ютерного моделювання у навчанні інженерно-графічних дисциплін в умовах ЗВО, підкреслює важливість використання цих засобів у формуванні професійних компетентностей фахівця. Дослідник зазначає, що «сучасна інженерно-графічна підготовка інженерів-механіків ставить нові завдання у викладанні графічних дисциплін. До них відноситься не лише засвоєння теоретичних знань з інженернографічних дисциплін і їх практичне використання, а й володіння деякими графічними комп'ютерними програмами» [1, с. 211].

Використання CAD-систем пов'язано також з формуванням графічної компетентності, розвиток якої досліджувався О. М. Джеджулою [3]. Дослідниця підкреслює, що професійна компетентність інженера значною мірою визначається вмінням дізнатися про технічний об'єкт або принципи його дії за конструкторською документацією, зафіксувати інформацію у графічній формі, використати графічне зображення з метою комунікації; прийняти доцільне рішення в умовах сучасного техногенного суспільства, використовуючи графічні засоби і методи, комп'ютерні графічні продукти [3].

Методичним основам використання хмарних технологій у навчанні присвячені роботи В. Ю. Бикова, С. Г. Литвинової, М. В. Марієнко, Ю. В. Триуса, М. П. Шишкіної. Водночас актуальним залишається розв'язання наукової проблеми забезпечення формування ІКТ-компетентностей майбутніх фахівців з прикладної механіки в хмаро орієнтованому ІКТ-середовищі з використанням хмаро орієнтованих CAD/CAM систем.

Добір хмаро орієнтованих CAD/CAM-систем як засобів навчання бакалаврів з прикладної механіки

На сьогодні у світі існує велика кількість компаній розробників систем автоматизованого проектування. Тенденція до забезпечення мобільності фахівців спонукає розробників створювати хмарні сервіси та мобільні програми, що виконують функції CAD/CAM-систем або розширюють їх можливості. Нами був зроблений аналіз близько 35 сучасних мобільних програм та хмарних сервісів, які можуть бути застосовані у професійній діяльності сучасних інженерів-механіків. Найвідоміші з проаналізованих систем такі: 3D CAD Models Engineering, A360, CAD Assistant, CAD Pockets, DWG FastView, Fusion360, GnaCAD, GrabCAD, GstarCAD,

Onshape та інші. Критеріями добору хмарних засобів професійної діяльності була їх доступність, функціональність, зручний доступ з різних пристроїв, інтеграція з іншими хмарними сервісами та програмними продуктами, підтримка спільної роботи. Далі розглянемо деякі з них.

GstarCAD DWG-сумісна система – програма, яка належить китайським розробникам GstarsoftCo та є постачальником 2D, 3D CAD/CAM програм для промисловості. До цієї системи входять такі компоненти: DWG FastView for Mobile (Android), DWG FastView for Mobile (iOS), DWG FastView for Windows, GstarCAD 2017, GstarCAD Architecture 2017, GstarCAD Mechanical 2017.

Програмний продукт DWG FastView – CAD Viewer розроблено для планшетів та мобільних пристроїв. Він сумісний з кресленнями 2D/3D DWG. Відкриває файли, які створені в BricsCAD, ZWCAD, AutoCAD, ProgeCAD тощо. Підтримує такі формати: BMP, DOC, DOCX, DWG, DWS, DWT, DXF, JPG, OCF, PDF, PNG, PPT, PPTX, RTF, TIF, TXT, XLS, XLSX.

Користувачі цієї програми можуть створювати, переглядати та редагувати малюнки, працювати з файлами через хмарні сховища або електронну пошту. Підтримується експорт та імпорт креслення в інші графічні формати. Для креслень, що редагуються, підтримується система відносних, полярних, абсолютних координат та циліндричних і сферичних координат для 3D-креслень.

Програма 3D CAD Models Engineering розроблена CADENAS та є сервісом для завантаження 3D CAD даних CADENAS. Ця програма надає можливість працювати інженерам з будівельної та автомобільної індустрії, машинобудування. Креслення, які створені за її допомогою, можна використовувати в інших CAD/CAM системах, таких як Autodesk Inventor, AutoCAD, SolidWorks та інших.

Open CASCADE Technology – бібліотека геометричного моделювання, або «геометричне ядро». Використовується для подання тривимірних моделей ОССТ. Використовує при цьому підхід BRep (Boundary Representation). Код ОССТ відкритий та знаходиться в максимальному розпорядженні програміста. Використання цієї бібліотеки доцільно у програмуванні майбутніх спеціалістів з прикладної механіки та формування навичок з комп'ютерного моделювання. На базі цієї бібліотеки розроблена, зокрема, програма CAD Assistant. З її допомогою можна переглядати основні CAD моделі й можливі перетворення для усіх пристроїв, які працюють з операційною системою Android.

Onshape – це компанія, яка створила однойменний сервіс. Він став першою хмарною технологією професійних 3D додатків CAD, який надає можливість разом працювати усім членам одного проекту, використовуючи мобільний телефон, планшет або веб-браузер. Всі моделі, що розроблені у додатку, зберігаються в хмарі та завжди доступні з будь-якого пристрою. Можна дозволяти переглядати свої документи різним людям та спільно працювати з вузлами й деталями креслення в реальному часі. Програма надає можливість створювати лінії, дуги, кола, чотирикутники та інші графічні примітиви; виконувати трансформацію об'єктів ескізу, редагування та імпортування 3D об'єктів з інших CAD систем; експортування з веб-браузера моделі для 3D-друку; спільна робота з кресленнями; спостереження за змінами, що вносять інші користувачі; коментування окремих частин або моделей; контроль версій ескізу; відправка запрошення іншим особам або командам для коментування, перегляд та редагування свого проекту.

Мобільна програма GrabCAD надає доступ до публічної бібліотеки моделей і проектів, що зберігаються на GrabCAD Workbench. Використовуючи додаток можна переглядати 3D-моделі; переглядати та відповідати на коментарі, зроблені співробітниками Workbench; розробляти Workbench проекти та завантажувати в них файли; виконувати пошук моделей та позначити їх; отримувати повідомлення про зауваження та оновлення проектів.

Програма Sketch Box Free створена для розробки ескізів та технічних креслень. Є альтернативою векторним CAD системам. Додаток підтримує інтерактивні інструменти, щоб працювати з картою, яка створена на основі Google Maps. Надає можливість зберігати,

дублювати, ділитися своїми проєктами та повторно їх використовувати. У створенні креслень використовуються основні графічні примітиви: прямокутники, лінії, дуги та інші. Пропонується набір пензликів для малювання рукою. Існує можливість використовувати координатну сітку та інструменти швидкого визначення розмірів.

Додаток ARES Touch Beta розроблений Graebert – це компонент крос-платформеної CAD системи ARES, призначений для створення та редагування креслень у DWG форматі на планшеті чи смартфоні. Додаток підтримує синхронізацію файлів з Google Drive та Dropbox. Містить інструменти для роботи з графічними примітивами, системами координат, шарами. Для спільної роботи використовуються коментарі, зокрема, з голосовим записом.

Програма AndCAD Demo (розробник Talon Designs) використовується як 2D CAD для операційної системи Android та надає можливість редагувати і створювати креслення на мобільному пристрої. До можливостей програми відносяться: робота з шарами; робота з векторними об'єктами; повороти, масштабування та інші дії з геометричними об'єктами, такими як багатокутники, точки, полілінії та інші.

Програма SchemataCAD viewer DWG/DXF, розроблена ELMER Software S.R.O., надає можливість переглядати 2D креслення, збережені на мобільному телефоні. Можна відкрити креслення безпосередньо з веб-сторінки, електронної пошти або з «файлового менеджера». Програма відкриває найбільш популярні формати файлів CAD/CAM-систем: DXF, DWG, SCH.

Ще один додаток для перегляду креслень – SketchUp Mobile Viewer, розроблений Trimble Navigation. Підтримується спільний перегляд 3D-моделей з іншими користувачами, існує можливість завантажувати моделі з електронної пошти, Trimble Connect або з Google Діску.

Програма eDrawings розроблена компанією SolidWorks для використання на планшетах або мобільних пристроях з метою швидкого перегляду та обговорення 3D і 2D-моделей. Моделі можуть зберігатися в мережевих папках, каталогах веб-сайтів або хмарних сховищах. Користувачі отримують можливість створення текстових заміток, панорамування, обертання та масштабування моделей, зберігання історії коментарів тощо.

Програмні продукти, які ми проаналізували, підтримують багато популярних функцій для роботи з кресленнями, їх спільного перегляду та редагування, зберігання в хмарних сховищах, коментування тощо. Водночас вони орієнтовані на підтримку форматів представлення моделей і креслень, впроваджених компанією Autodesk, що є визнаним світовим лідером у розробці та впровадженні CAD/CAM-систем. Одним з найвідоміших продуктів компанії Autodesk є додаток AutoCAD. Крім того, розробки компанії Autodesk постачаються у великій кількості різних конфігурацій, містять багато різноманітних бібліотек, що розширюють їх функціонал, а також підтримують інтеграцію з різними середовищами моделювання, управління проєктами, проєктування тощо. Для інженерів-механіків, наприклад, компанія пропонує додаток AutoCAD Mechanical. Розробники Autodesk одні з найперших оцінили потужність хмарних технологій для задач моделювання та автоматизованого проєктування і на сьогодні пропонують широкий спектр мобільних програм і хмарних сервісів, що можуть стати зручним та досить ефективним інструментом у навчанні майбутніх спеціалістів і для вирішення різних виробничих задач.

Одним з потужних хмарних сервісів, розроблених компанією Autodesk, є A360. Цей хмарний сервіс надає можливість спільно працювати з різної складності 2D та 3D-проєктами. Здійснює підтримку більше як 50 форматів файлів, серед них формати Pro-E, Rhino, Autodesk, SolidWorks, CATIA і NX.

Основні можливості A360:

- перегляд та вивантаження моделей CAD систем з електронної пошти;
- масштабування та навігація по великим за розміром 2D та 3D - моделям;
- різноманітні геометричні вимірювання по точках на кресленні;
- сервіси для командної роботи з кресленнями та моделями;
- відстеження змін та коментування проєктів;

- моніторинг етапів проєктування;
- ведення документації ходу робіт за допомогою вивантаження готових фотознімків в обліковий запис із пристрою;
- надання загального доступу безпосередньо з пристрою Android до SolidWorks, Revit, AutoCAD (DWG), DWF, CATIA і т. д.
- відправлення запрошень користувачам для спільної праці над різними проєктами та участі в поточному проєкті;
- підтримка роботи в онлайн-режимах та автономному.

AutoCAD 360 є хмарною версією одного з популярних та найпотужніших програмних комплексів, розроблених для автоматизованого проєктування. Це безкоштовна мобільна програма, що містить набір зрозумілих у використанні інструментів, які надають можливість створювати, переглядати, редагувати та обмінюватися через мобільні пристрої кресленнями AutoCAD. Додаток надає можливість відкривати та завантажувати 2D DWG креслення із зовнішнього накопичувача або електронної пошти. Оновлення програми до AutoCAD 360 Pro відкриває доступ до виводу та редагування креслень інструментів.

AutoCAD 360 Pro пропонує такі можливості:

- виконувати у реальному часі різноманітні вимірювання;
- передивлятися файли DWG формату;
- синхронізувати зміни он-лайн та працювати в автономному режимі;
- використовувати масштабування, з легкістю переміщатися по кресленнях великого розміру;
- підключатися до відомих хмарних систем Dropbox, Google Drive та OneDrive;
- ділитися безпосередньо з мобільного телефону своїми проєктами з іншими користувачами;
- використовувати GPS;
- для отримання малюнків з веб-браузерів використовувати безкоштовний веб-додаток;
- обмінюватися моделями в форматах DWF або PDF, використовуючи електронну пошту.

Для використання в освітньому процесі версія AutoCAD 360 Pro надає такі можливості:

- підтримка файлів великих розмірів;
- більше інструментів для редагування та малювання, включаючи передові інструменти;
- редагувати та малювати форми з точністю, використовуючи об'єктну прив'язку і нову функцію клавіатури (доступна тільки на iPad);
- редагувати файли, які безпосередньо зберігаються у зовнішній хмарі;
- обертати, вибирати, переміщати та масштабувати об'єкти;
- редагувати й додавати текст анотації на кресленні;
- редагувати й переглядати властивості об'єктів.

Програма Fusion 360 – ще один продукт компанії Autodesk. Призначений співпрацювати з 3D проєктами, розмічання, перегляду, коментування та спільної роботи з CAD моделями в будь-якому місці та в будь-який час. Додаток підтримує понад 100 форматів, включаючи IPT, IAM, DWG, SLDPRТ, CATPART, IGES, STL, STEP. Безкоштовна програма працює в поєднанні з Autodesk Fusion 360, 3D CAD, CAE і CAM інструментом для розробки і проєктування моделей на основі хмари.

До основних можливостей Fusion 360 можна віднести:

- огляд та об'єднання різних за розміром 3D конструкцій;
- перегляд проєктів різних форматів;
- панорамування і поворот;
- приховати та ізолювати компоненти в кресленні для перегляду;
- оглядати та розмічати конструкції для зручної співпраці;
- ділитися інформацією із зацікавленими сторонами;

- коментувати конструкції.

AutoCAD Mechanical було створено як розширення традиційного додатка AutoCAD для інженерів-механіків, спеціально призначено для проєктування в машинобудуванні. Програма містить всі можливості, притаманні AutoCAD, а також бібліотеки інструментів та стандартних деталей. Це дозволяє прискорити роботу CAD систем у машинобудуванні.

При використанні AutoCAD Mechanical спеціалісти з прикладної механіки можуть:

- застосовувати інтегроване управління даними;
- застосовувати усі функції AutoCAD;
- використовувати близько 700 тис. компонентів і стандартних деталей;
- використовувати модулі та генератори компонентів;
- отримувати рисунки у відповідності до державних стандартів;
- використовувати так звані «інтелектуальні» розміри;
- користуватись асоціативними номерами специфікацій та позицій;
- використовувати автоматичне приховування ліній.

Мобільний додаток A360 – View & Markup CAD files був створений для спільної роботи з 2D, 3D і CAD моделями за допомогою планшетів та мобільних пристроїв. Програма надає можливість працювати з понад сотнею різних форматів CAD-файлів. З A360 можна передивлятися і завантажувати будь-які файли незалежно від програмного забезпечення, яке використовувалось для його створення. Програма надає можливість:

- передивлятися та завантажувати CAD моделі з локального сховища пристрою, електронної пошти, Box, Buzzsaw, Dropbox, OneDrive тощо;
- працювати одночасно з колегами та клієнтами над одним завданням;
- робити переходи між 2D і 3D-моделями CAD великого розміру;
- вимірювати відстань, область або кут між точками на кресленні;
- робити коментарі на конструкціях, стежити за змінами;
- запрошувати приєднатися до проєкту нових членів в процесі розробки та працювати з ними.

Різноманітний набір інструментів дозволяє комплексно використовувати в освітньому процесі мобільні програми, хмарні сервіси та локальні програми з автоматизованого проєктування та сприяє можливості спільно працювати над конструкторськими проєктами.

Даний комплекс програм надає можливість виконувати авторизацію через обліковий запис Google, а також інтеграцію з хмарними сервісами цієї компанії. Оскільки сервіси Google доволі активно використовуються у навчанні фахівців з прикладної механіки при викладанні загальнонаукових дисциплін [4], буде природнім використовувати програми компанії Autodesk з погляду розвинення ІКТ-компетентностей майбутніх інженерів-механіків.

Проаналізувавши наведені вище програмні продукти [5], оцінивши їх функціональність, доступність на різних апаратних платформах і можливості інтеграції, ми дійшли висновку, що найбільш доцільним є використання у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків продуктів компанії AutoDesk. Продукти цієї компанії широко використовуються як у навчанні, так і в професійній діяльності інженерів завдяки наявності великої кількості бібліотек і конфігурацій, широкому функціоналу, а також інтеграцією з різними середовищами проєктування, моделювання та управління проєктами. Компанія AutoDesk одна із перших почала розробляти хмарні сервіси та мобільні програми, які на сьогодні можуть стати ефективним інструментом як для навчання майбутніх інженерів-механіків [4], так і для вирішення виробничих інженерних задач.

Програмні продукти компанії AutoDesk надають можливість системно використовувати в освітньому процесі мобільні програми, хмарні сервіси та локальні програми з автоматизованого проєктування з реалізацією спільного використання конструкторських проєктів (рис. 1).

Завершується процес формування професійних ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки під час виконання та підготовки до захисту бакалаврських кваліфікаційних робіт. Формування організаційної складової ІКТ-компетентностей вимагає комплексного використання засобів хмарних технологій, що були опановані на двох попередніх етапах. Це вимагає інтеграції пропонованих хмарних сервісів на основі єдиного доступу через спільну точку входження (наприклад, на основі облікового запису Google).

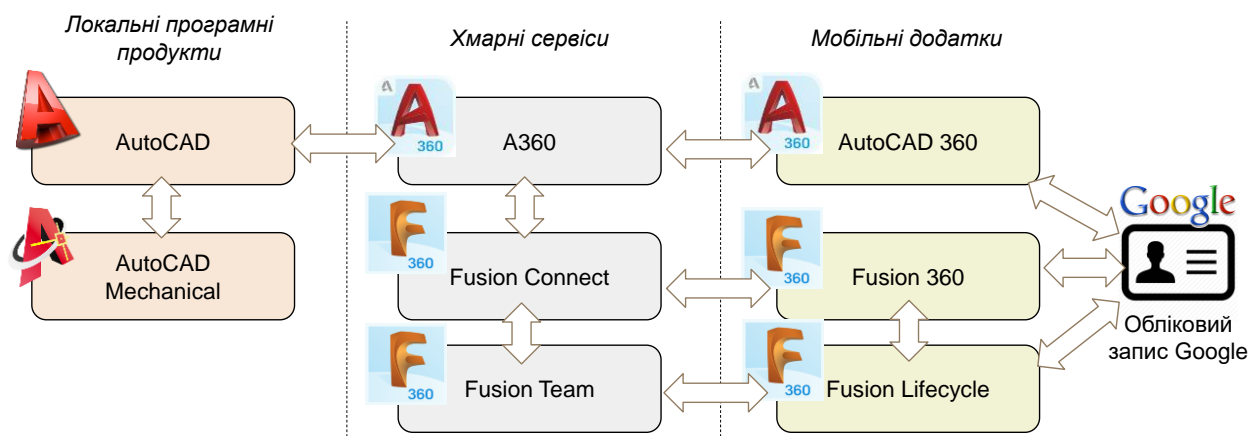


Рис. 1. Структурна схема використання засобів хмарних технологій формування професійних ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки (на прикладі програмних продуктів Autodesk)

Методика використання хмаро орієнтованих CAD/CAM систем у професійній підготовці бакалаврів з прикладної механіки

На рис. 2 показано модель використання хмарних технологій як засобу формування ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки. Суспільна потреба у підготовці висококваліфікованих інженерів-механіків та доцільність формування ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки у прогресивному хмаро орієнтованому ІКТ-середовищі обумовлюють цільовий компонент моделі: забезпечити підвищення рівня сформованості ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки за рахунок використання хмарних технологій. Аналіз професійних компетентностей майбутніх інженерів-механіків надав можливість виділити компетентності, пов'язані з використанням ІКТ, та розділити їх на три групи: фундаментальні, операційні та організаційні ІКТ-компетентності. Кожен рівень формується під час вивчення певних дисциплін за програмою підготовки бакалаврів з прикладної механіки та передбачає використання відповідних хмаро орієнтованих засобів ІКТ. Так, фундаментальні ІКТ-компетентності формуються під час вивчення таких дисциплін, як «Інформаційні технології та програмування» та «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». Провідними хмаро орієнтованими засобами ІКТ на цьому етапі стають сервіси Google Apps, такі як Google Диск, Документи, Таблиці, Слайди. В навчальних цілях також можуть використовуватись Google Форми, канали Youtube тощо.

Операційна складова ІКТ-компетентності формуються під час вивчення дисциплін «Конструкторське моделювання в 2D-3D системах» та «Комп'ютерні технології в машинобудуванні». Провідними хмаро орієнтованими ІКТ засобами стають засоби професійно-практичної діяльності, такі як AutoCAD, AutoCAD Mechanical та хмарна система автоматизованого проєктування Autodesk A360. Організаційна складова ІКТ-компетентності, пов'язана з уміннями та навичками керування проєктами, формується переважно під час підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра. До всіх перерахованих вище хмаро орієнтованих засобів ІКТ, що використовуються на цьому етапі, додається хмарне середовище управління проєктами Autodesk Fusion 360.

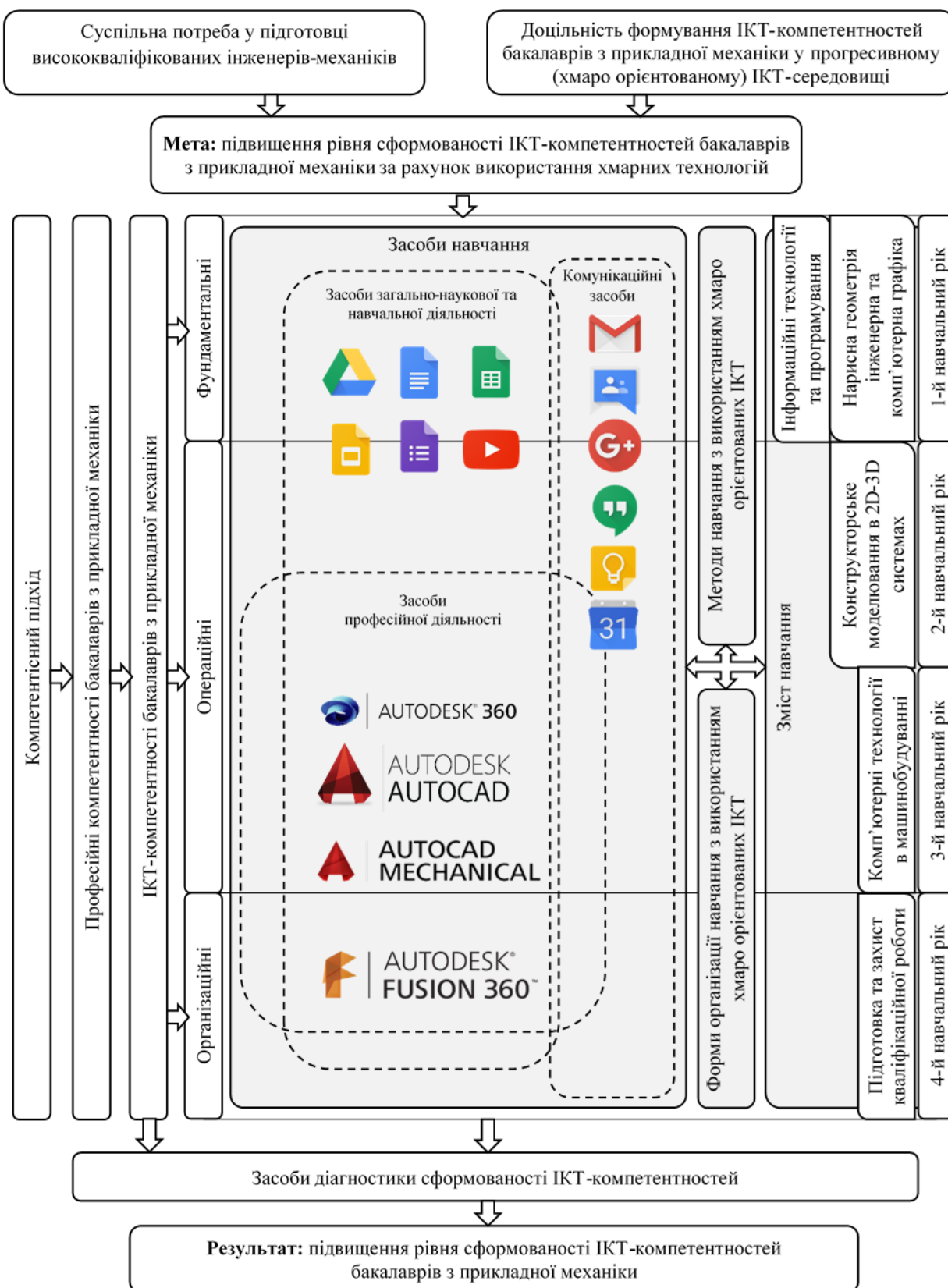


Рис. 2. Модель використання хмарних технологій як засобу формування ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки

Окрему увагу слід приділити комунікаційним сервісам Google, таким як Gmail, Групи Google, Hangouts тощо. Їх інтенсивне використання передбачається на протязі всього навчання. Вони є частиною навчального комунікаційного середовища, а також засобами

інтеграції різних хмаро орієнтованих засобів ІКТ, зокрема засобів загальнонаукової та навчальної діяльності і засобів професійно-практичної діяльності.

За умови використання відповідних методів та форм організації навчання з використанням хмаро орієнтованих ІКТ, а також засобів діагностики досягається очікуваний результат застосування моделі: підвищення рівня сформованості професійної компетентності бакалаврів з прикладної механіки.

Рекомендації із використання хмаро орієнтованих засобів у процесі навчання бакалаврів з прикладної механіки узагальнено у таблиці №1.

Таблиця № 1.

*Використання хмаро орієнтованих засобів ІКТ
у підготовці бакалаврів з прикладної механіки*

Етапи навчання	Засоби													
	Комунікаційні засоби						Засоби загальнонаукової та навчальної діяльності					Засоби професійно-практичної діяльності		
	Gmail	Групи	G+	Hangouts	Keep	Календар	Диск	Документи	Таблиці	Слайди	Форми	AutoCAD	A360	Fusion 360
Інформаційні технології та програмування	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка	+	+	+	+	+	+	+					+	+	
Конструкторське моделювання в 2D-3D системах	+	+	+	+	+	+	+					+	+	
Комп'ютерні технології в машинобудуванні	+	+	+	+	+	+	+					+	+	
Підготовка та захист кваліфікаційної роботи	+	+	+	+	+	+	+			+		+	+	+

З таблиці 1 видно, що хмаро орієнтовані CAD/CAM системи стають провідними засобами формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-механіків, формують здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проєктування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки. Використання хмарних сервісів Google надає подальшого розвитку навичкам студентів практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень. Крім того, вони виконують інтегративну функцію, об'єднуючи розрізнені програмні засоби, що надає можливість

системно використовувати хмаро орієнтовані засоби у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків.

Висновки

Таким чином, нами були обрані програмні продукти, що пропонуються компанією AutoDesk, а саме: локальні програмні продукти – AutoCad, AutoCad Mechanical, мобільні програми – AutoCad 360, Fusion 360, Fusion Lifecycle та хмарні сервіси – A360, Fusion Connect, Fusion Team.

Запропонована структурна схема використання засобів хмарних технологій для формування професійних ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки (на прикладі програмних продуктів Autodesk).

Розроблено модель використання хмарних технологій як засобу формування ІКТ-компетентностей бакалаврів з прикладної механіки. Засоби професійної діяльності майбутніх інженерів-механіків для використання під час викладання дисциплін професійно-практичного циклу доцільно обирати з урахуванням можливості їх інтеграції з Google сервісами. У результаті студенти мають можливість актуалізувати навички та знання, отримані ними при вивченні фундаментальних дисциплін, а засоби, використані у навчанні, будуть створювати цілісну систему з єдиним способом доступу.

Результати дослідження можуть бути використані для організації навчання бакалаврів з прикладної механіки у ЗВО України, а також при підготовці, перепідготовці та підвищенні кваліфікації відповідних фахівців на підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко, В. А. (2019) *Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання* (Дис. канд. пед. наук). Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ.
2. Стандарт вищої освіти України: рівень вищої освіти перший (бакалаврський), ступінь вищої освіти бакалавр, галузь знань 13 Механічна інженерія, спеціальність: 131 Прикладна механіка (2019). Міністерство освіти і науки України. Київ.
3. Джеджула, О. М. (2007). *Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів* (Дис. докт. пед. наук). Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, Тернопіль.
4. Рассовицька, М. В. (2016). Місце та роль хмарних технологій у професійно-практичній підготовці майбутніх фахівців з прикладної механіки. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*, 13, 78-91.
5. Rassozytska, M. & Striuk, A. (2017). Mechanical Engineers' Training in Using Cloud and Mobile Services in Professional Activity. *CEUR Workshop Proceedings*, 1844, 348-359. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000348.pdf>.

REFERENCES (TRASLATED AND TRANSLITERATED)

1. Boyko, V. A. (2019). *Technique for teaching engineering graphics for future mechanical engineers by means of computer simulation* (PhD thesis in Pedagogical Sciences). M.P. Drahomanov National Pedagogical University, Kyiv.
2. Higher Education Standard of Ukraine: First Higher Education Level (Bachelor), Higher Education Bachelor's Degree, Field of Science 13: Mechanical Engineering, Specialty: 131 Applied Mechanics (2019). Ministry of Education and Science of Ukraine. Kyiv.
3. Dzhedzhula, O. M. (2007) *Theory and methodology for graphic training of engineering specialties students in higher educational establishments* (Doctor Thesis in Pedagogical Sciences). Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil.

4. Rassovytska, M. V. (2016) The place and role of cloud technologies in the professional and practical training of future specialists in applied mechanics. *Bulletin of Cherkasy University. Series: Pedagogical Sciences*, 13, 78-91.
5. Rassovytska, M. & Striuk, A. (2017) Mechanical Engineers' Training in Using Cloud and Mobile Services in Professional Activity. *CEUR Workshop Proceedings*, 1844, 348-359. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000348.pdf>.

Стаття надійшла до редакції 10.11.2019.
The article was received 10 November 2019.

Maryna Rassovytska

Mining and Electromechanical College «Kryvyi Rih National University», Kryvyi Rih, Ukraine

CLOUD-ORIENTED CAD/CAM SYSTEMS AS A MEANS OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES OF FUTURE MECHANICAL ENGINEERS

The urgency of the research is due to the contradiction between the increasing requirements for the ICT competences of mechanical engineers, in particular for the use of cloud-oriented CAD/CAM systems, on the one hand, and the insufficient use of cloud-based ICT during the training of bachelors in applied mechanics on the other hand. The purpose of the study is to distinguish cloud-oriented CAD/CAM systems, which should be used as a means of formation of the professional competencies of future mechanical engineers, and to develop methodological recommendations for their use. The importance of informational training of bachelors in applied mechanics and formation of the ability to use computer-aided design and production systems has been confirmed by an analysis of educational standards and current educational programs. Based on the analysis of various software products, AutoDesk ones were determined to be the most appropriate to use in the training of future mechanical engineers. Separate software and cloud services require the integration based on the single access that a Google Account can provide. The model of using cloud technologies as a means of formation the ICT competences of bachelors in applied mechanics was suggested. With the use of appropriate methods and forms of organizing training with the use of cloud-based ICT, as well as diagnostic tools, the expected result of the model is achieved: increasing the level of professional competence of bachelors in applied mechanics. Thus, cloud-oriented CAD/CAM systems become the leading means of building the professional competencies of future mechanical engineers, formation the ability to apply computer-aided design (CAD), that of production (CAM), and engineering research (CAE) as well as specialized application software to solve engineering problems in applied mechanics. The use of Google cloud services provides students with the opportunity to further developing of the skills of using application software to perform engineering calculations, information processing, and experimental research results treatment.

Keywords: CAD, CAM, AutoCAD, mechanical engineer, cloud service, cloud technologies, professional competence.