

## ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ КУРСУ «ПРОЕКТИВНА ГЕОМЕТРІЯ ТА МЕТОДИ ЗОБРАЖЕНЬ»

### APPLICATION OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF STUDYING THE COURSE “PROJECTIVE GEOMETRY AND IMAGE METHODS”

У статті проаналізовано можливість використання в освітньому процесі «хмарних технологій» із метою підвищення рівня засвоєння математичних дисциплін студентами – майбутніми вчителями математики. Хмарні технології – новий спосіб організації навчального процесу, альтернатива традиційним методам, вони створюють можливість для персонального навчання, колективного викладання та інтерактивних занять. У статті розглянуті три базові моделі для побудови «хмари» (інфраструктуру як сервіс (IaaS); платформу як сервіс (PaaS); програмне забезпечення як сервіс (SaaS)) і з'ясовано, що для освітнього процесу часто використовують SaaS. До переваг використання цієї моделі можна віднести такі фактори: не вимагає від освітньої установи створення власного центру обробки даних і його обслуговування, дозволяє скоротити фінансові й організаційні витрати, а також дає можливість встановлювати власні додатки на платформі провайдера. Авторами статті проаналізовані та виділені переваги та недоліки використання хмарних технологій порівняно із традиційною методикою навчання. У статті описано результати педагогічного експерименту, мета якого – з'ясувати, як використання таких хмарних технологій, як електронна стіна PADLET і хмарний сервіс Microsoft OneDrive впливає на результати навчальних досягнень студентів спеціальності 014 Середня освіта (Математика) з навчальної дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень». На електронній стіні було викладено методичне забезпечення дисципліни: від навчальної програми до підсумкових тестів. Результати експерименту, подані у вигляді таблиці та діаграми, підтвердили перспективність використання хмарних технологій у навчальному процесі. Хмарні технології здатні вивести сучасний освітній процес на новий рівень, підвищити статус викладача, якісно подати освітній матеріал, організувати контроль навчальних досягнень студентів, полегшити роботу над проектами, рефератами та творчими роботами.

**Ключові слова:** хмарні технології, хмарні обчислення, проективна геометрія, елек-

тронна стіна PADLET, хмарний сервіс Microsoft OneDrive.

The article analyzes the possibility of using «cloud technologies» in the educational process in order to increase the level of assimilation of mathematical disciplines by students – future teachers of mathematics. Cloud technologies represent a new way of organizing the learning process and are an alternative to the traditional methods of organizing the learning process, creating an opportunity for personal learning, collective teaching and interactive lessons. Three basic models for building a cloud (infrastructure like service (IaaS), platform as a service (PaaS), software as a service (SaaS)) are described in this article, and it has been found that SaaS is often used for the educational process. The advantages of using this model include the following factors: it does not require an educational institution to create its own data center and its maintenance, can reduce financial and organizational costs, and also allows you to install your own applications on the platform of the provider. The authors of the article analyzed and highlighted the advantages and disadvantages of using cloud technologies over traditional teaching methods. The article describes the results of a pedagogical experiment whose purpose was to find out: how to use cloud technologies such as the electronic wall PADLET and the Microsoft OneDrive cloud service affects the results of student achievements in the specialty 014 Secondary Education (Mathematics) from the discipline “Projective geometry and image methods”.

The electronic wall outlined the methodological provision of discipline: from the curriculum to the final tests. The results of the experiment, presented in the form of a table and diagram, confirmed the prospect of using cloud technologies in the learning process. Cloud technologies can bring the modern educational process to a qualitatively new level, enhance the status of the teacher, provide high quality educational material, organize the control of student achievements, facilitate work on projects, abstracts and creative work.

**Key words:** cloud technologies, cloud computing, projective geometry, electronic wall PADLET, cloud service Microsoft OneDrive.

УДК 378.016:514.144]:004  
DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/25-1.11>

**Заїка О.В.,**

канд. пед. наук,  
старший викладач кафедри фізико-математичної освіти та інформатики  
Глухівського національного педагогічного університету  
імені Олександра Довженка

**Кухарчук Р.П.,**

канд. пед. наук,  
доцент кафедри фізико-математичної освіти та інформатики  
Глухівського національного педагогічного університету  
імені Олександра Довженка

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Нині вміння ефективно використовувати комп'ютерні технології для вирішення прикладних завдань є необхідним атрибутом професійної діяльності будь-якого фахівця. Програма підготовки студентів передбачає оснащеність закладу вищої освіти комплексом сучасних апаратних засобів і відповідним програмним забезпеченням. Повсякденною реальністю стає використання мобільних обчислювальних пристроїв (планшетів, смартфонів тощо), постійний широкосмуговий доступ до мережі Інтернет.

Хмарні технології – це новий спосіб організації навчального процесу, який є альтернативою традиційним методам. Вони створюють можливість для персонального навчання, колективного викладання та інтерактивних занять. Основною перевагою використання хмарних технологій в освіті є не тільки зниження витрат на придбання програмного забезпечення, ефективність і підвищення якості освітнього процесу, а й підготовка студентів до життєвих ситуацій в інформаційному суспільстві.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поява хмарних технологій привернула увагу

багатьох дослідників. Вагомий внесок у вивчення можливостей використання хмарних технологій в освіті зробили такі науковці: Ю. Биков, І. Войтович, М. Жалдак, Л. Меджитова, Н. Морзе, В. Сергієнко, О. Спірін, Ю. Триус, М. Armbrust, R. Griffith, M. Miller, K. Subramanian, N. Sultan, P. Thomas, A. Fox та ін.

Проаналізувавши деякі публікації, можемо зробити висновок, що науковці проводили плідну роботу у напрямі впровадження хмарних технологій в освітній процес. Їхня увага здебільшого була зосереджена на підходах, принципах, моделях формування інформаційно-освітнього середовища на основі використання хмарних технологій.

**Мета статті** – проаналізувати поняття «хмарні технології», виокремити їхні недоліки та переваги, описати результати експерименту впровадження хмарних технологій у навчальний процес під час вивчення дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» студентами спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

**Виклад основного матеріалу.** Хмарні технології (з англ. *cloudcomputing*) – це вільний спосіб доступу користувачів до інформаційних ресурсів, розміщених на зовнішніх серверах у вигляді інформаційних сервісів, що надаються мережею Інтернет. Уперше термін був запропонований у 1997 р. Рамнатом Челлаппа (Ramnath Chellappa), який визначив його «як нову обчислювальну парадигму, за якої межі обчислювальних елементів залежатимуть від економічної доцільності, а не тільки від технічних обмежень» [5].

Хмарні технології надають широкі можливості для використання браузерного інтерфейсу, онлайн-обробки офісних документів (текстових, електронних таблиць, презентацій тощо), складних математичних обчислень, що вимагають великої потужності, надати яку один персональний комп'ютер не в змозі. Зміст хмарних технологій полягає в наданні користувачам віддаленого доступу до інформаційних послуг, обчислювальних ресурсів, прикладних додатків (у т. ч. й операційних систем та обчислювальних інфраструктур) за допомогою глобальної мережі Інтернет.

Модель хмари сприяє доступності та характеризується п'ятьма основними елементами (самообслуговуванням на вимогу, широким доступом до мережі, спільним ресурсом, незалежною локалізацією, швидкою і високою гнучкістю, вимірюваними сервісами).

Нині є три базові моделі для побудови хмари: *infrastructure as a service – IaaS* (надання комп'ютерної інфраструктури як послуги на основі концепції хмарних технологій; на цьому рівні користувачі отримують базові обчислювальні ресурси); *platform as a service – PaaS* (надання інтегрованої платформи для розробки, тестування, розгортання і підтримки веб-додатків як послуги. Тут

користувачі мають можливість встановлювати власні додатки на платформі, що надається провайдером послуги); *software as a service – SaaS* (модель розгортання програми, яка пропонує програмні додатки кінцевому користувачеві як послугу на вимогу) – цей рівень становить найбільший інтерес для освітнього процесу. Такий підхід дозволяє не купувати програмний продукт, а просто тимчасово скористатися ним за потреби [4].

Упровадження хмарних технологій в освітній процес є новим напрямом у сфері комп'ютерних технологій, що розвиваються, але, проаналізувавши результати та можливості впровадження «хмарних технологій», ми визначили ряд переваг і недоліків використання їх у освітньому процесі.

Переваги хмарних обчислень:

– Доступність – можливість отримати чи передати інформацію з будь-якої точки, де є доступ до мережі Інтернет, у зручний для користувача час. У цьому проявляється ще одна перевага – мобільність користувачів.

– Економічність. Хмарні сервіси зменшують витрати на обслуговування віртуальної інфраструктури. Робота із хмарними ресурсами допускає використання недорогих малопотужних пристроїв, зникає необхідність купувати потужні комп'ютери. Багато видів навчальних робіт виконуються в онлайн-режимі, там контролюються й оцінюються викладачем.

– Гнучкість у масштабуванні. Необмеженість обчислювальних ресурсів (пам'яті, процесора, дискового простору, мережевих пристроїв), віртуалізація обчислювальних систем.

– Надійність і безпека. Спеціальне обладнання має додаткові джерела живлення, охорону, професійних працівників, регулярне резервування даних, високу пропускну здатність Інтернет-каналів, високу стійкість до DDOS-атак.

– Дидактичне спрямування. Широкий спектр онлайн-інструментів і послуг забезпечують безпечно з'єднання та можливості співпраці викладачів і студентів. Викладач, застосовуючи хмарні технології в освітньому процесі, має можливість збільшити частину групових та активних форм навчання, стимулювати самостійність студентів у формуванні професійних компетентностей. Можливість отримати доступ до освіти людям із обмеженими можливостями.

Недоліки хмарних технологій:

– обмеження використання функціональних можливостей програмного забезпечення порівняно з локальними аналогами (збільшення об'єму віртуального диска, розширення можливостей офісних програм, індивідуального налаштування «хмари» тощо);

– відсутність вітчизняних провайдерів хмарних сервісів (Amazon, Google, Microsoft, Salesforce), відсутність вітчизняних і міжнародних стандартів, а

також відсутність законодавчої бази застосування хмарних технологій;

– для отримання якісних послуг користувачеві необхідно мати надійний і швидкий доступ до мережі Інтернет;

– користувач не є власником і не має доступу до внутрішньої хмарної інфраструктури;

– захист даних у хмарі, управління великими об'ємами викладацького програмного забезпечення (його не можна повністю викласти у хмару), відсутність належної IT-підтримки у шкільних округах, дефіцит IT-фахівців, нездатність навчальних відділів реалізувати стратегічний підхід до хмарних обчислень, оснащення кожного учня пристроєм для доступу до цифрових ресурсів, навчання всіх викладачів максимально ефективного застосування функцій Web 2.0 [2].

Нині найбільш поширеними системами сервісів на базі технології хмарних обчислень, що застосовуються в освітньому процесі, є Microsoft Live@edu і Google AppsEducationEdition. Це web-додатки на основі хмарних технологій, котрі надають студентам і викладачам освітніх закладів інструменти, використання яких покликане підвищити ефективність спілкування та спільної роботи.

Особливим варіантом використання хмарних сервісів є застосування хмари систем управління освітнім процесом (LearningManagementSystems). Передача підтримки таких систем зовнішнім провайдером має сенс для освітніх установ, які не можуть дозволити собі купівлю й підтримку вартісного устаткування і програмного забезпечення.

Пропонуємо розглянути організацію навчальної роботи студентів із дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» за допомогою електронної стіни PADLET і на основі хмарного сервісу Microsoft OneDrive.

Онлайн-сервіс Padlet.com є безкоштовним зручним масовим засобом обміну інформацією між людьми. Повідомлення, документи, малюнки, гіперпосилання, які розміщуються на електронній стіні, можна бачити усім користувачам. Увівши у браузер url-адресу стіни, можна отримати інформацію, розміщену на ній, або розмістити своє повідомлення, документ, малюнок чи гіперпосилання.

Суттєвою перевагою цього сервісу є його інтерактивність, зручність, доступність. Русифікований інтерфейс спрощує її використання російськомовними користувачами.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс стіни не викликає труднощів для роботи з нею. Подвійне клацання дає можливість розмістити написи, вставляти фото, відео, посилання на зовнішні ресурси тощо. Електронна стіна дає можливість викладачу спілкуватися зі студентами, розміщувати завдання, тести, опитування; публікувати їх результати. Документи прив'язуються за допомогою гіперпосилань на електронні ресурси, які підтримують

хмарні технології збереження інформації (наприклад, GoogleDocs, OneDrive тощо). Спілкування викладача зі студентами посередництвом стіни є інтерактивним – студенти можуть поставити запитання, висвітлити свої думки, поради тощо.

Електронна стіна є зручним програмним продуктом для створення освітніх проектів колективу студентів або учнів зі зручним способом управління взаємодії між ними, кооперативної діяльності, співнавчання і взаємодопомоги.

Microsoft OneDrive – файл-хостинг, який дає можливість зберігати свої файли, котрі можна синхронізувати з домашнім комп'ютером, ноутбуком, смартфоном тощо. Доступ до файлів можна отримувати будь-де і будь-коли за наявності мережі Інтернет. Microsoft OneDrive є частиною спектра онлайн-послуг Windows Live.

Принцип роботи викладача і студентів такий: інформаційний освітній контент викладач розміщує на ресурсах OneDrive, а гіперпосилання на них переносяться на електронну стіну Padlet. Студенти, знаючи url-адресу, можуть вільно отримати доступ до освітнього контенту викладача, переглядати завдання, виконані іншими студентами. Якщо завдання спільне для певної групи студентів, то вони можуть дистанційно працювати з документом кожен зі свого комп'ютера. Викладач на стіні може у відповідь від студентів отримувати їхні гіперпосилання на виконані ними завдання, потім їх оцінити, а результати розмістити згодом на цій же стіні, наприклад, у формі електронних таблиць.

Для визначення ефективності запропонованих методик навчання з упровадженням хмарних технологій проводився педагогічний експеримент, протягом якого розв'язувалися такі завдання:

а) визначити та проаналізувати переваги та недоліки застосування хмарних технологій в освітньому процесі; виявити можливості застосування хмарних продуктів від Microsoft для освітніх установ на прикладі дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень»;

б) виявити рівень навчальних досягнень студентів із дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» студентами спеціальності 014 Середня освіта (Математика);

в) перевірити ефективність методики використання хмарних технологій у процесі вивчення дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» студентами спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

Для формування знань студентів із дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» використовувалися програмні продукти Microsoft OneDrive та електронна стіна Padlet.com.

Нині багато студентів змушені підробляти, а отже, пропускати деякі аудиторні заняття. Для вирішення питання надання студентам всього необхідного матеріалу курсу і було створено елек-

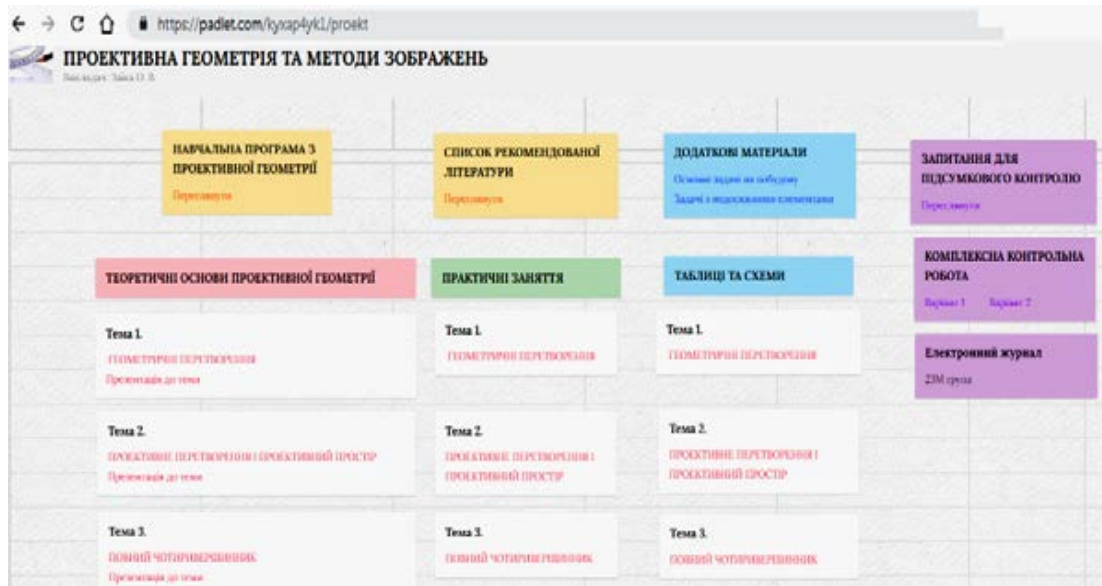


Рис. 1. Вигляд сторінки дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» у хмарному сервісі Padlet

тронну стіну. На ній було викладено: теоретичний матеріал (розроблений за посібником [1]), який супроводжується презентаціями; розширені плани практичних занять [1]; подано теоретичний матеріал у вигляді стислих таблиць і схем; розміщені завдання для проміжного та підсумкового контролю (у вигляді тестів і задач); індивідуальні завдання та рекомендації щодо їх виконання (рис. 1).

Під час практичних занять студенти мали змогу, маючи перед очима опорний конспект теми, створений ними самостійно або взятий на електронній стіні (який можна просто відкрити (рис. 2) або скачати), відтворити всі необхідні основні поняття та твердження теми, що значно скорочувало час на відтворення матеріалу, необхідного для розв'язування задач. Крім того, створення і використання таких опорних конспектів навчало студентів узагальнювати матеріал і розуміти відомості, закодовані математичними символами.

Студент, який не був на занятті або не повністю зрозумів матеріал, звертався до методичних рекомендацій (розташованих на стіні), де розписані основні підходи до розв'язування задач,

наведено багато прикладів. До індивідуальних робіт були викладені рекомендації щодо їх виконання та показано приклади оформлення роботи (рис. 2). У зв'язку з цим зменшилися проблеми із виконанням індивідуальних завдань. Тестові завдання студенти виконували, сидячи в аудиторії, безпосередньо на своїх телефонах. Викладач мав змогу швидко отримати результат, проаналізувати питання, які викликали труднощі у студентів (велика кількість неправильних відповідей), а студенти мали змогу потренуватися, продивитися тести, за необхідності – скласти їх в онлайн-режимі поза аудиторією. Але в останньому були недоліки, оскільки на тести не було встановлено обмеженості по часу виконання. Підсумковий тест, як і підсумкова контрольна робота, проводилися в аудиторії. Текст контрольної був дещо змінений (порівняно із викладеним на стіні), але студенти, які готувалися вдома, з легкістю впоралися із поставленими завданнями.

Звичайно, хмарні технології не вирішували повністю питання підготовки студентів. Специфіка курсу проективної геометрії, котра викла-

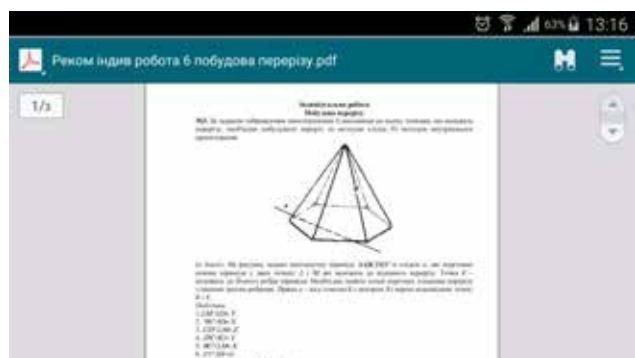


Рис. 2. Вигляд опорного конспекту, рекомендацій для індивідуальної роботи на смартфоні

дається нами синтетично, тобто в основу її вивчення покладено центральне проектування, геометричні перетворення, полягає у наявності переважної кількості задач саме на побудову, яка виконується за допомогою самої лінійки. Тому без виконання рисунків студентами самостійно засвоїти цей курс неможливо. Але питання візуалізації матеріалу та його компактне розташування, наявність підсумкових завдань і методичних рекомендацій сприяли підвищенню рівня засвоєння студентами навчального матеріалу, що було підтверджено експериментально.

В експерименті брали участь студенти двох груп – контрольної (КГ) та експериментальної (ЕГ) – кількістю відповідно по 18 і 20 студентів (всього 38 студентів).

У КГ вивчення дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» відбувалося за традиційною методикою. В ЕГ до освітнього процесу залучалися хмарні технології та інші інформаційно-комунікаційні засоби. Інших відмінностей у процесі навчання в ЕГ і КГ не було.

Оцінка результатів експериментального навчання була проведена на основі визначення рівня навчальних досягнень студентів із дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень» за допомогою тестів. Внаслідок проведеного тестування студенти умовно були поділені за такими рівнями навчальних досягнень на основі 100-бальної системи: F, FX, E, D, C, B і A. Результати наведені в табл. 1 та на рис. 3 (діаграма).

Сформулюємо основну  $H_0$  і альтернативну  $H_1$  гіпотези.

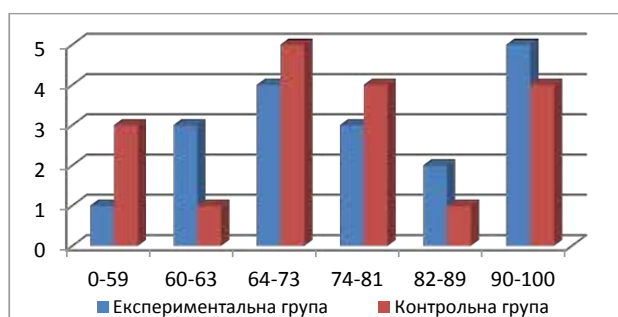


Рис. 3. Діаграма розподілу студентів ЕГ і КГ за рівнем навчальних досягнень

**Нульова гіпотеза:** ймовірність попадання студентів контрольної та експериментальної вибірки в кожну з  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) категорій рівні, тобто  $H_0: p_1 = p_2$ , і вищий рівень навчальних досягнень в ЕГ пояснюється випадковими факторами.

**Альтернативна гіпотеза  $H_1$ :**  $p_{1i} \neq p_{2i}$  хоча б для однієї з  $i = 6$  категорій, тобто цей високий рівень пояснюється результатом застосування запропонованих компонентів методичної системи.

Для перевірки гіпотези дослідження скористаємося двостороннім критерієм Пірсона ( $\chi^2$ ) [3]. З аналізу таблиці виявляється, що, хоча дані і згруповані, але частоти в деяких інтервалах невеликі, і суми частот в ЕГ і КГ різні. Для того, щоб можна було застосовувати  $\chi^2$ -критерій, додаємо інтервали з малою частотою, а потім знаходимо відносні частоти  $f'_E$  та  $f'_K$ . Дані знову заносимо до таблиці 2.

За табл. 58 [3, с. 288] для числа ступенів вільності  $\nu = 6 - 1 = 5$  на 95% рівні ймовірності знаходимо критичне значення величини  $\chi^2$ :  $\chi^2_{кр} = 11,1$ .

Таблиця 1

Розподіл студентів за рівнем навчальних досягнень із дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень»

Бали	Рівень	Частота в ЕГ	Частота в КГ
0–34	F	0	0
35–59	FX	1	3
60–63	E	4	1
64–73	D	4	5
74–81	C	3	4
82–89	B	1	1
90–100	A	5	4

Таблиця 2

Робоча таблиця розподілу студентів контрольних та експериментальних груп

Інтервали	Частота $f_e$	Частота $f_k$	Відносна частота ( $f'_e$ %)	Віднос. частота ( $f'_k$ %)	$f_e - f_k$	$(f_e - f_k)^2$	$\chi^2$
0–59	1	3	-66,6667	200	-2	25	8,33
60–63	4	1	300	-75	3	4	4,00
64–73	4	5	-20	25	-1	36	7,20
74–81	3	4	-25	33,3333	-1	25	6,25
82–89	1	1	0	0	0	1	1,00
90–100	5	4	25	-20	1	9	2,25
	$\sum f_e = 19$	$\sum f_k = 19$	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	$\chi^2 = 29,03$	

Нами було виявлено статистично значущі відмінності в експериментальній і контрольній вибірці. На рис. 4 наведено діаграму розподілу студентів ЕГ і КГ за рівнем навчальних досягнень. Це дає підставу відхилити нульову гіпотезу та прийняти альтернативну.

Після проведення педагогічного експерименту експериментальна вибірка має статистично значущі відмінності від тих, які були виявлені у КГ (табл. 2), оскільки:  $\chi^2 = 29,03 > 11,1 = \chi^2_{кр}$

Отже, за правилом прийняття рішення нульова гіпотеза  $H_0: F(x)=G(x)$  для довільного значення  $x$ , де  $F(x)$  і  $G(x)$  – невідомі функції розподілу ймовірностей рівня навчальних досягнень студентів у ЕГ і КГ, відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза  $H_1: F(x) \neq G(x)$  хоча б для одного значення  $x$ . Це означає, що існує відмінність розподілу ймовірностей рівня навчальних досягнень студентів, які навчалися за традиційною й експериментальною методикою.

Доходимо висновку: студенти ЕГ після педагогічного експерименту досягли більш високого рівня навчальних досягнень. В ЕГ були задіяні змінні фактори: систематично і цілеспрямовано втілювалися в освітній процес методики використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема методика застосування хмарних технологій у закладах вищої освіти. Тому ми вважаємо, що саме ці фактори вплинули на підвищення рівня навчальних досягнень студентів із дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень». Усе це дало змогу переконалися в педагогічній доцільності застосування хмарних технологій в освітньому процесі під час вивчення дисципліни «Проективна геометрія та методи зображень».

**Висновки.** Отже, хмарні технології дають можливість проводити індивідуальне навчання, інтерактивні заняття і групове викладання, співпрацювати один з одним незалежно від місця знаходження. Вони спонукають студентів до персонального навчання, інтерактивного спілкування й колективного викладання.

Основною перевагою впровадження хмарних технологій в освітній процес є підготовка студентів до практичної діяльності у сучасному гіперінформаційному суспільстві. Хмарні технології здатні вивести сучасний освітній процес на новий рівень, організувати якісний контроль та облік навчальних досягнень студентів, підвищити статус викладача, якісно подати освітній матеріал, полегшити роботу над освітніми проектами, науковими та творчими роботами.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Заїка О.В., Заїка С.О. Проективна геометрія : методичні рекомендації для викладачів та студентів фізико-математичних факультетів. Глухів, 2010. 158 с.
2. Кухарчук Р.П. Застосування елементів дистанційного навчання в індивідуальній роботі студентів. *Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасної науки» (21–23 жовтня 2014 р.)*. Київ, 2014. С. 140–146.
3. Кыверялг А.А. Методика исследования в профессиональной педагогике. Таллин, 1980. 136 с.
4. Gillam Lee. Cloud Computing : Principles, Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. L. : Springer, 2010 (Computer Communication and Networks). (дата звернення: 15.12.2019).
5. William Y. Chang, Hosame Abu-Amara, Jessica Sanford. Transforming Enterprise Cloud Services. Springer, 2010. 428 p.