

УДК 378.147:004.9

КООПЕРАТИВНЕ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ ЗАСОБАМИ ZOOM BREAKOUT ROOMS

Ганна ШЕПЕЛЬ^{id}, Ольга ЛЕБЕДЄВА^{id},
Сергій ЗАЛЕВСЬКИЙ^{id}

Актуальність. Перехід до дистанційної освіти актуалізував питання ефективної організації групової роботи в онлайн-форматі. Breakout rooms платформи Zoom стали практичним інструментом реалізації кооперативного навчання, проте специфіка їх застосування в технічних дисциплінах, зокрема інженерній графіці, залишається недостатньо вивченою.

Мета дослідження полягає у визначенні результативності методики викладання інженерної графіки з використанням breakout rooms платформи Zoom на основі аналізу сприйняття студентами. Дослідження спирається на теоретичну модель Community of Inquiry, концепцію Learning by Teaching та принципи кооперативного навчання.

Методи. Дослідження проводилось в КПІ ім. Ігоря Сікорського зі студентами першого курсу спеціальності «Атомна енергетика» (n=43). Розроблено та апробовано трьохетапну структуру заняття: вступний інструктаж, групова робота в breakout rooms (3–4 особи) над завданнями двох рівнів складності, презентація результатів з колективним розбором помилок. Після групового виконання креслення студенти індивідуально наносили розміри, що реалізує двоступеневу модель кооперативного навчання. Збір даних здійснювався через анонімне онлайн-опитування через шість місяців після занять; відгук становив 58,1% (25 з 43 студентів). Анкета містила 17 запитань за шкалою Лайкерта у чотирьох блоках (залученість, якість навчання, організація, порівняння з традиційним форматом) та 3 відкритих питання.

Результати. Загальний середній бал становить $M=4,05$ ($SD=0,85$), 74,1% відповідей оцінені на 4–5 балів. Найвищі оцінки отримав блок «Якість навчання» ($M=4,20$, $SD=0,68$), що свідчить про педагогічну результативність методики. Твердження «Групова робота допомогла краще зрозуміти алгоритм виконання розрізів» отримало найвищу оцінку $M=4,84$ ($SD=0,37$). Підтверджено феномен Learning by Teaching: 44% респондентів описали досвід поглибленого розуміння через пояснення матеріалу однокласникам. Студенти цінували швидкість зворотного зв'язку, психологічну безпеку малих груп та взаємний контроль якості. Порівняння з традиційним форматом показало переваги: 76% студентів повідомили, що встигають зробити більше у груповому форматі. Виявлено обмеження: недостатність часу ($M=3,60$, $SD=1,15$).

Висновки. Трьохетапна методика з використанням breakout rooms є дієвим педагогічним підходом для викладання інженерної графіки дистанційно. Високі оцінки якості навчання та підтвердження феномену Learning by Teaching свідчать про активацію глибинних механізмів навчання в умовах синхронної групової роботи. Методика забезпечує оптимізацію трьох типів присутності моделі Community of Inquiry, що пояснює її вищу результативність порівняно з традиційним індивідуальним форматом.

Ключові слова: дистанційна освіта, breakout rooms, кооперативне навчання, інженерна графіка, Zoom, Learning by Teaching, Community of Inquiry.

COOPERATIVE LEARNING IN ENGINEERING GRAPHICS THROUGH ZOOM BREAKOUT ROOMS

Hanna SHEPEL, Olha LEBEDEVA, Sergiy ZALEVSKY

Relevance. The mass transition to distance education has brought forth the question of effective organization of group work in online environments. Zoom breakout rooms have become a practical tool for implementing cooperative learning, yet the specifics of their application in technical disciplines, particularly engineering graphics, remain insufficiently studied.

Research aim is to evaluate the effectiveness of the teaching methodology for engineering graphics using breakout rooms based on student perceptions. The study draws on the Community of Inquiry theoretical model, the Learning by Teaching concept, and cooperative learning principles.

Methods. The study was conducted at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute with first-year students majoring in Nuclear Energy. A three-stage lesson structure was developed: introductory briefing, group work in breakout rooms on tasks of two difficulty levels, and presentation of results with collective error analysis. Groups of 3–4 students collaboratively completed drawings of sections, after which students individually added dimensions, implementing the two-stage cooperative learning model. To verify understanding, oral questioning with real-time construction elements was conducted. Data collection was carried out through an anonymous online survey six months after the lessons; response rate was 58.1% (25 of 43 students). The questionnaire contained 17 Likert-scale questions in four blocks (engagement, learning quality, organization, comparison with traditional format) and 3 open-ended questions.

Results. The overall mean score is $M=4.05$ ($SD=0.85$), with 74.1% of responses rated 4–5. The “Learning Quality” block received the highest ratings ($M=4.20$, $SD=0.68$), indicating the pedagogical effectiveness of the methodology. The statement “Group work helped me better understand the algorithm for performing sections” received the highest indicator $M=4.84$ ($SD=0.37$). The Learning by Teaching phenomenon was confirmed: 44% of respondents described experiencing deeper understanding through explaining material to peers. Students valued the speed of feedback, psychological safety in small groups, and mutual quality control. Comparison with the traditional format showed advantages: 76% of students reported accomplishing more in the group format. A limitation was identified: insufficient time ($M=3.60$, $SD=1.15$).

Conclusions. The three-stage methodology using breakout rooms is an effective pedagogical approach for teaching engineering graphics remotely. High ratings of learning quality and confirmation of the Learning by Teaching phenomenon indicate activation of deep learning mechanisms in synchronous group work conditions. The methodology ensures optimization of the three types of presence in the Community of Inquiry model, which explains its effectiveness compared to the traditional individual format.

Keywords: distance education, breakout rooms, cooperative learning, engineering graphics, Zoom, Learning by Teaching, Community of Inquiry.

Постановка проблеми. Пандемія COVID-19 спричинила масовий перехід вищої освіти до дистанційного формату, що актуалізувало питання ефективної організації навчального процесу онлайн. В Україні ця ситуація поглибилася через повномасштабну війну: значна частина закладів вищої освіти продовжує працювати в дистанційному або змішаному режимі, не маючи можливості повернути всіх студентів до очного навчання.

Особливий виклик становить викладання технічних дисциплін, зокрема інженерної графіки, яка традиційно передбачає практичну роботу з креслениками та безпосередню взаємодію з викладачем. Breakout rooms платформи Zoom надають можливість організувати групову роботу в синхронному онлайн-форматі, проте їхня ефективність для технічних дисциплін залишається недостатньо дослідженою. Це зумовлює необхідність емпіричної перевірки педагогічних підходів, які поєднують кооперативне навчання з інструментами відеоконференц-зв'язку для розвитку графічних навичок студентів.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Питання ефективної організації групової роботи в онлайн-середовищі набуло особливої актуальності в умовах масового переходу до дистанційної освіти. Breakout rooms – функція відеоконференційних платформ, що дозволяє розділити учасників на малі групи для спільної роботи, – стала одним з практичних інструментів реалізації кооперативного навчання в синхронному форматі.

Теоретичні основи кооперативного навчання, специфіка його застосування в онлайн-середовищі та досвід використання breakout rooms у різних дисциплінах представлені в низці вітчизняних та зарубіжних досліджень. Водночас, специфіка технічних дисциплін, зокрема інженерної графіки, потребує окремого розгляду.

D. W. Johnson, R. T. Johnson та K. A. Smith (1998) узагальнили емпіричні докази ефективності кооперативного навчання у вищій освіті, виявивши, що студенти в кооперативних групах демонструють вищі навчальні досягнення, кращу ретенцію знань та позитивніші міжособистісні стосунки, порівняно з конкурентним або індивідуальним навчанням. Автори підкреслюють важливість двоступеневої моделі (кооперативне виконання завдання → індивідуальна відповідальність), яка забезпечує засвоєння матеріалу кожним учасником групи.

У книзі за редакцією A. Gartner, M. C. Kohler і F. Riessman (1971) вперше систематично описано феномен «навчаючи – вчуся» (Learning by Teaching), продемонстровано, що студенти, які пояснюють матеріал однокласникам, досягають глибшого розуміння, порівняно з тими, хто виступає лише в ролі реципієнта інформації. Автори ідентифікували ключові механізми ефекту: необхідність вербалізації знань, метакогнітивна активація під час пояснення та реорганізація власного розуміння для адаптації до рівня слухача.

D. Garrison (2009) запропонував модель Community of Inquiry, яка пояснює ефективне онлайн-навчання через взаємодію трьох типів присутності: викладацької присутності (функції: дизайн, фасилітація та пряме інструктування), соціальної присутності (передбачає здатність студентів проявляти себе та створювати емоційний зв'язок) та когнітивної присутності (стимулює конструювання знань через критичне мислення). Модель постулює, що всі три види присутності мають бути реалізовані одночасно для досягнення глибокого навчання в онлайн-середовищі.

Українські дослідники О. Бабкова і К. Стадниченко (2024) розкривають суть поняття «кооперативне онлайн-навчання», під яким розуміється спільна

онлайн-діяльність здобувачів освіти. Вона передбачає виконання кожним учасником конкретної ролі, причому їхній внесок визнається рівноцінним. У статті акцентується увага на методичних аспектах організації такого навчання, які охоплюють: основи створення навчального онлайн-простору за допомогою цифрових інструментів; прийоми формування правил командної взаємодії на ознайомлювально-мотиваційному етапі; принципи вибору підходів для формування ефективних команд; можливості використання різних структур кооперативної роботи; а також методи оцінювання результатів, процесу діяльності та персонального внеску кожного члена команди. Також деталізується реалізація цих компонентів із прикладами конкретних цифрових інструментів для різних завдань. Особливу увагу приділено питанням формування команд, визначенню їх оптимальної чисельності та оцінці командної роботи як за ходом виконання завдань, так і за досягнутими результатами. Окремо розглядається підхід до оцінювання як роботи всієї групи загалом, так і індивідуального внеску кожного учасника.

В. Гладун (2021) у результаті своїх досліджень з'ясував, що кооперативний підхід сприяє розвитку умінь і навичок, необхідних для формування культури демократії у навчальному процесі. Спільна діяльність і взаємодія у навчальному середовищі підвищують мотивацію до навчання, сприяють взаємодопомозі у засвоєнні матеріалу, заохочують партнерів до співпраці, стимулюють відповідальність та активність усіх учасників. Успіх цього процесу залежить від чіткого формулювання спільної мети, розподілу навчального матеріалу, визначення ролей і підбиття підсумків. Автор підкреслив, що кооперативне навчання відіграє важливу роль у демократизації освітнього простору, сприяючи створенню умов для довгострокового розвитку суспільства та упередженню проявів дискримінації, насильства й антидемократичних тенденцій. Більш того, у межах структурованої кооперативної методики кожен здобувач освіти отримує кращі можливості доступу до загальних академічних знань.

Л. Зеленська і Б. Зеленський (2019) досліджують теоретичні засади технології кооперативного навчання, зокрема теорію соціальної взаємозалежності, розвиток пізнавальних здібностей (інтелекту) та концепції біхевіоризму. У своїй роботі вони визначають основні методи і прийоми організації цього підходу та демонструють приклади його застосування у закладах вищої освіти України. Серед представлених методів – СТАД, метод «Джигсо», навчання в командах досягнень, навчальні турніри, командна підтримка індивідуального навчання, кооперативне взаємонавчання, групові дослідження, методи «Ко-оп Ко-оп», пошуковий метод, «Навчаємося разом», триступенева модель інтерв'ю, нумерація студентів, дискусійний метод та метод проблемного семінарського заняття. Автори акцентують увагу на тому, що використання таких підходів сприяє розвитку мотивації студентів до навчання, формуванню критичного мислення, навичок співпраці, співтворчості, роботи в команді. Автори відзначають, що це також допомагає опановувати уміння розв'язувати складні проблеми шляхом аналізу обставин та інформації, зважено оцінювати альтернативні погляди і вести продуктивні дискусії.

Ключові терміни та категорії, що набувають значення в науково-педагогічній літературі США у контексті кооперативної дидактики, проаналізували В. Галузьяк і О. Макодай (2025). Автори дослідили структурні компоненти кооперативного навчання, зокрема цільовий, змістовий, організаційний, результативний аспекти та акцентували увагу на важливості концептуалізації кооперативного навчання як самостійного явища в педагогіці, що інтегрує теоретичні підходи з практичними моделями організації навчального процесу. Такий підхід сприяє відкриттю нових можливостей для проведення порівняльних і прикладних досліджень у галузі сучасної педагогічної науки.

Л. Тишакіна (2020) у своєму дослідженні приходять до висновку, що кооперативне навчання у моделі «Навчання разом» передбачає активну міжособистісну взаємодію, під час якої студенти допомагають, підтримують і стимулюють один одного до навчальних зусиль. Здійснений авторкою аналіз психологічної, педагогічної та методичної літератури вказує на те, що проблематика кооперативного навчання залишається недостатньо дослідженою. Науковці та методисти вітчизняного освітнього простору відносно недавно почали займатися розробкою технологій кооперативного навчання. Це пояснює обмежену кількість методичних матеріалів і літератури з даного питання.

F. Kirschner, F. Paas і P. A. Kirschner (2011) проаналізували вплив навчальних завдань різного рівня складності на ефективність і результати навчання 83 студентів, які працювали індивідуально або в групах. З огляду на теорію когнітивного навантаження, дослідниками було висунуто припущення, що при виконанні завдань високої складності студенти, які працюють у групах, демонструватимуть вищу ефективність навчання порівняно з тими, хто навчається індивідуально. Натомість для завдань низької складності індивідуальне навчання проявить себе як більш результативне. Результати дослідження підтвердили дану гіпотезу, що свідчить про те, що ефективність роботи як у групі, так і індивідуально залежить від балансу між перевагою групової роботи, яка полягає у можливості розподілу інформаційного навантаження між учасниками колективу, і недоліками, що виникають через додаткові витрати на координацію та комунікацію всередині групи.

За результатами аналізу S. Järvelä з колежком співавторів (2015), для досягнення ефективності комп'ютерного навчання у співпраці (CSCL) необхідна соціально-орієнтована регуляція навчального процесу (SSRL). У цій роботі розвивається концепція, вперше запропонована S. Järvelä і A. F. Hadwin (2013), яка передбачає, що успішна взаємодія в рамках CSCL потребує спрямованих заходів підтримки. Це включає розвиток індивідуальних навичок та стратегій саморегуляції, сприяння підтримці з боку однолітків, формування компетентності саморегуляції всередині групи та застосування соціально-орієнтованого регулювання. Значну увагу приділено метакогнітивним, соціальним, мотиваційним і емоційним аспектам навчання, які стосуються усвідомлення особистих процесів засвоєння знань як індивідуально, так і в групі. Проте традиційні підходи до підтримки CSCL часто залишають ці аспекти поза

увагою. На основі аналізу теоретичних і емпіричних досліджень про можливості та виклики співпраці було запропоновано три ключові принципи для створення ефективної структури підтримки самоорганізації у навчанні: сприяння підвищенню обізнаності учнів про власні навчальні процеси та дії інших членів групи; заохочення відкритості у демонстрації власних навчальних стратегій і забезпечення обміну досвідом та взаємодії між учасниками; стимулювання розвитку і активізації регулятивних процесів, спрямованих на управління навчальною діяльністю. Як додаткове пояснення, дослідники наводять приклад інтеграції цих принципів у технологічний інструмент для підтримки навчання із самоорганізацією, демонструючи їх практичне застосування в освітньому середовищі.

Соціальну присутність та взаємодію в онлайн-групах дослідили F. Martin і D. U. Bolliger (2018). У своєму дослідженні, яке базується на аналізі результатів опитування, автори проаналізували сприйняття студентами різноманітних стратегій залучення, що використовуються в онлайн-навчанні, та прийшли до висновку, що залучення студентів сприяє підвищенню їхньої задоволеності, зміцнює мотивацію до навчання, знижує почуття ізольованості та покращує результати при онлайн-навчанні.

Незважаючи на зростаючу кількість досліджень breakout rooms та кооперативного навчання в онлайн-середовищі, залишається низка невирішених запитань. По-перше, більшість досліджень фокусується на гуманітарних та соціальних науках, тоді як специфіка застосування breakout rooms у технічних дисциплінах, зокрема інженерній графіці, залишається недостатньо вивченою. По-друге, системних досліджень, що інтегрують модель Community of Inquiry з практичним застосуванням breakout rooms для розвитку графічних навичок, бракує в літературі. По-третє, феномен Learning by Teaching в контексті синхронної групової роботи над графічними завданнями потребує емпіричного підтвердження.

Наше дослідження спрямоване на заповнення цієї прогалини на основі аналізу результативності моделі навчання з використанням breakout rooms для курсу інженерної графіки на інженерно-технічних спеціальностях.

Метою дослідження є визначення результативності методики викладання інженерної графіки з використанням breakout rooms платформи Zoom на основі аналізу сприйняття студентами. Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Розробити та апробувати модель проведення практичного заняття з інженерної графіки з використанням breakout rooms платформи Zoom.
2. Проаналізувати сприйняття студентами різних аспектів методики (залученість та комфорт, якість навчання, організаційні рішення, порівняння з традиційним форматом) за допомогою структурованого опитування.
3. Виявити найбільш та найменш високо оцінені аспекти методики для визначення її переваг та обмежень.
4. Підтвердити або спростувати наявність феномену Learning by Teaching у досвіді студентів при груповій роботі над графічними завданнями.

5. Зіставити результати опитування студентів з педагогічними спостереженнями викладача щодо порівняння групового та індивідуального форматів роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилось за змішаною методологією, що поєднує кількісні та якісні методи збору та аналізу даних. Такий підхід дозволяє не лише виміряти результативність педагогічної методики через статистичні показники, але й отримати поглиблене розуміння студентського досвіду через відкриті відповіді. Детально особливості цього методу описано у статті R. B. Johnson і A. J. Onwuegbuzie, (2004).

Контекст та учасники. Дослідження проводилось на базі КПІ імені Ігоря Сікорського у рамках дисципліни «Інженерна графіка» для студентів першого курсу спеціальності G.01 Атомна енергетика. Практичні заняття проводилися дистанційно з використанням платформи Zoom, кожна з трьох академічних груп працювала окремо. Загальна кількість студентів, які взяли участь у занятті, становила 43 особи.

Контекст педагогічного досвіду. До впровадження формату групової роботи в breakout rooms (листопад 2025 року) ці ж завдання з побудови розрізів викладалися у традиційному форматі індивідуального виконання під час синхронної сесії Zoom. На основі багаторічного досвіду викладання дисципліни викладач відзначав системні обмеження традиційного підходу: неможливість надати якісний зворотний зв'язок усім студентам протягом однієї пари (для перевірки та надання рекомендацій 20+ індивідуальних креслеників бракувало часу, тоді як для 5–6 групових робіт це було реалістично), відмінність у темпах засвоєння матеріалу призводила до того, що частина студентів очікувала допомоги, тоді як інші вже завершували роботу. Ці спостереження стали передумовою для пошуку альтернативного педагогічного підходу.

Дослідження проведене відповідно до Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського та Положення про Комісію з етики та академічної доброчесності Вченої ради університету. Програму та анкету опитування розглянуто й схвалено на засіданні кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки (протокол № 7 від 05.05.2026 р.). Участь в анкетуванні була добровільною. Анкетування здійснювалось через Google Forms. Перед опитуванням учасників поінформовано про його мету, порядок проведення та використання результатів, після чого отримано їхню згоду. Відповіді опрацьовано в анонімізованому вигляді без збору персональних даних.

Опитування проводилось у травні 2026 року, через шість місяців після проведення занять з використанням формату групової роботи в breakout rooms, що були у певній мірі застосовані та охарактеризовані M. Bower зі співавторами (2015). Відгук надали 25 з 43 студентів, що становить 58,1% від загальної кількості здобувачів, які відвідували заняття у листопаді 2025 року.

Структура заняття. Кожне заняття тривалістю 90 хвилин було структуроване за трьохетапною моделлю для виконання графічних завдань з побудови трьох виглядів деталі та виконанні доцільних розрізів. Завдання диференціювалися за двома рівнями складності.

На першому занятті студенти виконували розрізи прості – побудову трьох проєкційних виглядів деталей простої геометричної форми з виконанням одного фронтального або профільного розрізу однією площиною. На другому занятті рівень складності підвищувався: студенти виконували розрізи складні – побудову виглядів деталей та необхідністю застосування розрізів, утворених кількома паралельними площинами. Приклад завдання представлений на рис. 1.

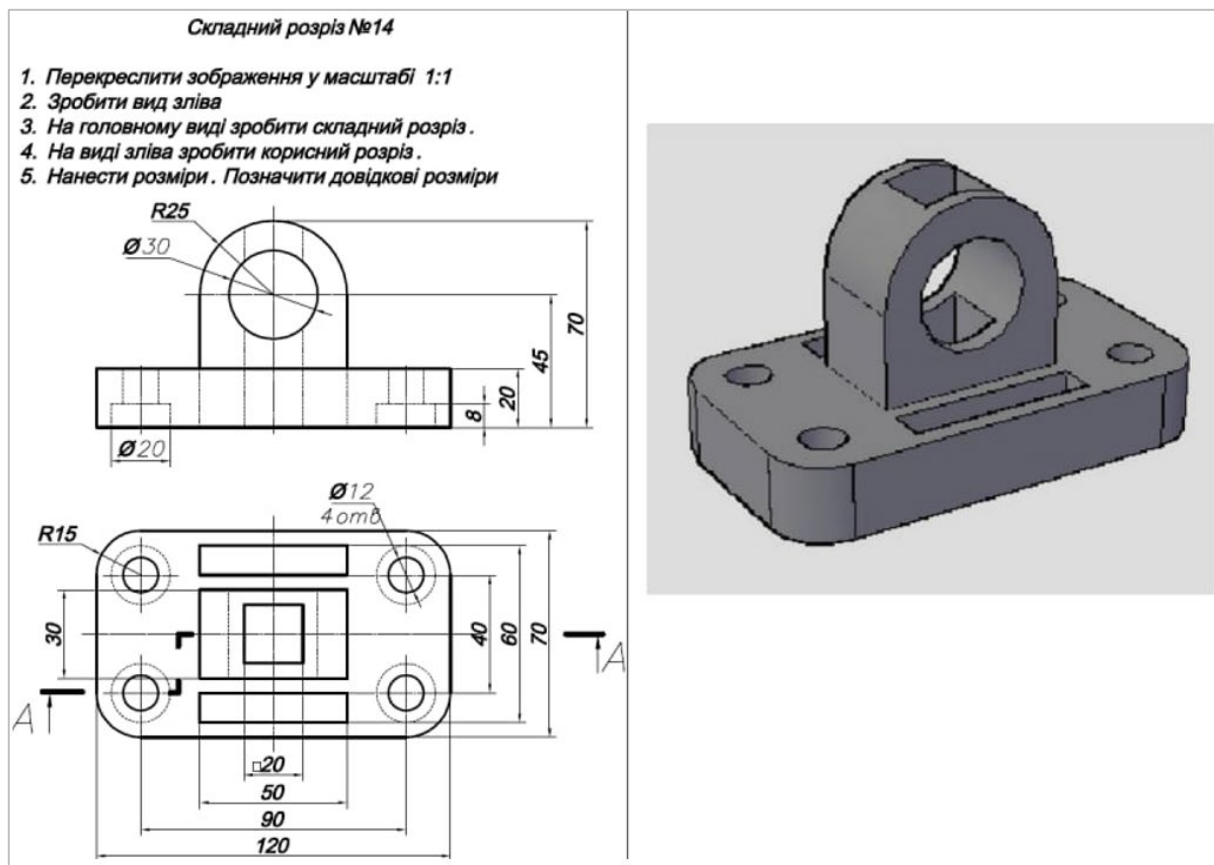


Рис. 1. Приклад завдання для виконання кресленника «Розрізи складні»

Кожна група отримувала унікальний варіант завдання для унеможливлення копіювання між групами. Запропонована трьохетапна структура заняття:

1. Етап 1 (10–15 хв): Вступний інструктаж у загальній сесії Zoom. Викладач демонструє алгоритм виконання графічного завдання (побудова трьох проєкційних виглядів та виконання доцільних розрізів), пояснює теоретичні основи, показує типові помилки. Також інструктує про використання графічних інструментів Zoom. Студенти мають можливість ставити уточнюючі запитання.

2. Етап 2 (30–40 хв): Групова робота в breakout rooms. На початку першого заняття студентам було запропоновано самостійно розбитися на групи або ж дозволити викладачу зробити це за списком. Студенти обрали другий варіант, і викладач розподілив їх на групи по 3–4 особи за списком групи. На другому занятті студентам знову запропонували приблизно дотримуватися попереднього розподілу, проте цього разу вони організовувалися самостійно. Цікавим

спостереженням стала тенденція до гендерно-гомогенного групування: дівчата переважно об'єднувалися з дівчатами. Кожна група отримувала індивідуальне завдання: на першому занятті – розрізи прості, на другому – розрізи складні. Групи працювали спільно над виконанням кресленника, використовуючи інструменти графічної панелі Zoom (маркери, лінії, геометричні фігури). Викладач мав можливість переміщатися між кімнатами, надаючи допомогу в режимі реального часу, а також відстежувати активність студентів через панель управління (статус камери, мікрофона, демонстрації екрана).

3. Етап 3 (15–20 хв): Презентація результатів та колективний розбір помилок. Після повернення до загальної сесії представник від кожної групи (студенти самі обирали, хто буде спікером) демонстрував виконане завдання. Викладач та інші студенти аналізували кресленник, виявляли помилки, обговорювали альтернативні підходи. Цей етап забезпечує негайний зворотний зв'язок та можливість навчання через спостереження за помилками інших груп.

Після групового обговорення студенти допрацьовували спільне завдання та згідно з обговореними на занятті рекомендаціями: самостійно проставляли розміри, що реалізує двоступеневу модель «кооперативне → індивідуальне навчання» згідно з теорією D. Johnson і R. Johnson (1998).

Оскільки дослідження проводилося зі студентами першого курсу, які ще не опанували спеціалізовані програми для комп'ютерного креслення (AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, тощо), студентам було запропоновано виконувати креслення з використанням доступних інструментів: графічної панелі Zoom (маркери, лінії, фігури) або графічного редактора Paint. Ці інструменти не вимагають спеціальної підготовки та наявні на всіх комп'ютерах студентів. Результат групової роботи студентів наведений на рис. 2.

Після групової роботи кожен студент індивідуально виконував креслення на форматі А3. Оскільки зображення деталі (проекційні види та розрізи) у всіх учасників групи ідентичне, індивідуалізація завдання досягалася через самостійне нанесення розмірів. Це вимагає прийняття інженерних рішень щодо вибору технологічних та конструктивних баз, послідовності проставлення розмірів та їхнього раціонального розміщення на кресленні, що забезпечує творчий компонент при однаковому графічному зображенні. Приклад готової індивідуальної роботи студента наведено на рис. 3.

Для підкріплення ефективності кооперативного навчання та зменшення ймовірності механічного копіювання чужої роботи, після завершення виконання кресленника проводилося усне опитування з елементами побудови у реальному часі на екрані (усне опитування за теоретичним матеріалом та проєкціювання точок на поверхні заданої деталі). Це дозволяло викладачу оцінити, наскільки глибоко студент розібрався в темі: якщо студент міг відтворити ідеальне креслення, але не міг визначити, на якій поверхні лежить задана точка, це було індикатором поверхневого розуміння матеріалу. Така верифікація забезпечувала об'єктивну оцінку індивідуального засвоєння знань після групової роботи.

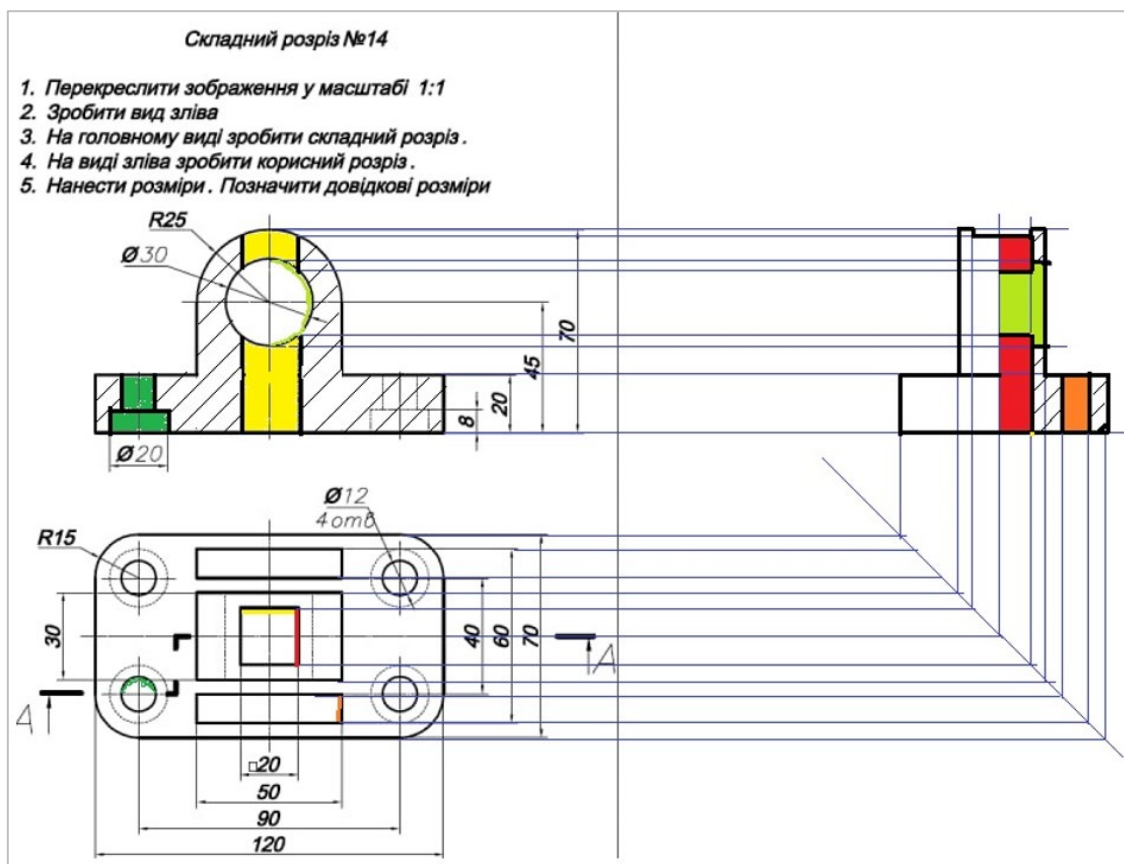
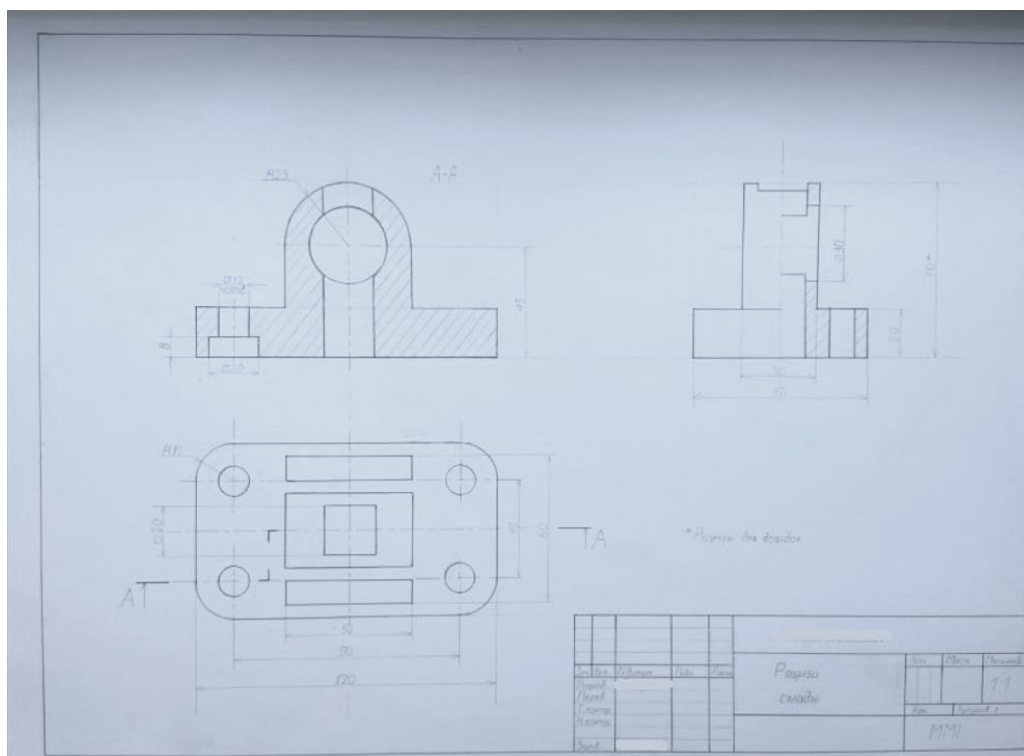


Рис. 2. Результат групової роботи студентів у breakout room



**Рис. 3. Індивідуальне доопрацювання креслення:
 нанесення розмірів та оформлення**

Інструменти збору даних. Для оцінювання ефективності методики було розроблено структуровану анкету, що містить 20 запитань:

- 17 запитань з використанням 5-бальної шкали Лайкерта (1 = повністю не згоден, 5 = повністю згоден).
- 3 відкриті запитання для якісного аналізу студентського досвіду.

Запитання з шкалою Лайкерта були згруповані у чотири тематичні блоки:

- Блок 1 – залученість та комфорт (5 запитань): оцінка психологічного комфорту в малих групах, відчуття особистої відповідальності, активність участі. Ця шкала адаптована та проаналізована українськими дослідниками Є. Головахою та ін. (2022).
- Блок 2 – якість навчання (5 запитань): оцінка розуміння навчального матеріалу, результативність засвоєння алгоритмів, досвід феномену «навчаючи – вчуся» (Gartner et al., 1971), вплив на подальше індивідуальне виконання завдань.
- Блок 3 – організація (4 запитання): достатність часу, оптимальність розміру групи, технічна надійність платформи, зручність інструментів Zoom для виконання графічних завдань.
- Блок 4 – порівняння з традиційним форматом (3 запитання): порівняльна оцінка результативності, продуктивності та бажання продовжувати навчання у груповому форматі.

Відкриті запитання фокусувалися на виявленні найбільш цінних аспектів методики, пропозицій щодо покращення та конкретних прикладів феномену Learning by Teaching.

Методи аналізу даних. Кількісні дані аналізувалися з використанням описової статистики: обчислювалися середні значення (M) та стандартні відхилення (SD) для кожного блоку запитань та окремих запитань. Загальний розподіл відповідей аналізувався для виявлення тенденцій у сприйнятті студентами методики.

Якісні дані з відкритих запитань аналізувалися методом тематичного кодування: відповіді систематизувалися за ключовими темами, виявлялися повторювані паттерни, виокремлювалися характерні цитати для ілюстрації студентського досвіду.

Обмеження дослідження. Під час інтерпретації отриманих результатів необхідно враховувати низку методологічних обмежень, які можуть впливати на узагальненість висновків:

1. Зміщення вибірки. У опитуванні взяли участь студенти, які систематично відвідували заняття (25 з 43, або 58,1%). Студенти з низькою мотивацією, нерегулярним відвідуванням або пасивною поведінкою під час групової роботи ймовірно недостатньо представлені у вибірці. Це могло призвести до завищення показників задоволеності форматом, оскільки активні та залучені студенти схильні більш позитивно оцінювати інтерактивні методи навчання. Відповідно, результати відображають досвід саме тієї частини студентської аудиторії, яка найбільш активно залучена до навчального процесу.

2. Ефект новизни. Формат групової роботи в breakout rooms був новим для студентів не лише у контексті вивчення інженерної графіки, а й взагалі першим досвідом такого формату. Високі оцінки можуть частково пояснюватися інтересом до нової форми організації навчання, а не виключно її педагогічною ефективністю. Для встановлення довготривалої ефективності методики необхідне лонгітудне дослідження з повторними вимірюваннями після періоду звикання до формату.

3. Обмежений обсяг вибірки. Хоча 25 респондентів є достатнім для пілотного дослідження та виявлення основних тенденцій, для статистично надійних висновків та узагальнення результатів на ширшу студентську аудиторію необхідна більша вибірка. Подальші дослідження мають залучати здобувачів освіти різних курсів, спеціальностей та закладів вищої освіти.

4. Контекстуальна специфічність. Дослідження проводилося у специфічному контексті: дистанційне навчання інженерної графіки в технічному університеті України в умовах вимушеного переходу на онлайн-формат. Результати можуть не повністю поширюватися на інші дисципліни чи форми навчання (очна, змішана). Ефективність методики може залежати від специфіки предмета, рівня цифрової компетентності студентів, доступності технічних засобів.

5. Самозвітні дані. Опитування базується на суб'єктивних оцінках студентів щодо власного навчання та залученості. Студенти можуть переоцінювати або недооцінювати реальний рівень засвоєння матеріалу. Проте це обмеження частково компенсується процедурою усного опитування з елементами побудови у реальному часі, яка забезпечила об'єктивну верифікацію індивідуального розуміння матеріалу після групової роботи.

6. Відсутність контрольної групи. Дослідження не включало контрольної групи студентів, які б навчалися виключно у традиційному форматі, що обмежує можливість встановлення причинно-наслідкових зв'язків між використанням breakout rooms та навчальними результатами. Порівняння базується на суб'єктивних оцінках студентів, а не на експериментальному дизайні.

Незважаючи на зазначені обмеження, результати дослідження надають цінну інформацію про сприйняття студентами методики групової роботи в breakout rooms та можуть слугувати основою для подальших досліджень.

Результати дослідження. Загальна характеристика відповідей. В опитуванні взяли участь 25 студентів з 43, які відвідували заняття з використанням формату групової роботи в breakout rooms (відгук склав 58,1%). Загальний середній бал за всіма 17 запитаннями з шкалою Лайкерта становить $M=4,05$ ($SD=0,85$), що вказує на високий рівень позитивного сприйняття методики студентами. Аналіз розподілу відповідей показав, що 74,1% усіх оцінок припадають на бали 4 та 5, що свідчить про переважно позитивне ставлення респондентів до досліджуваного формату навчання (рис. 4).

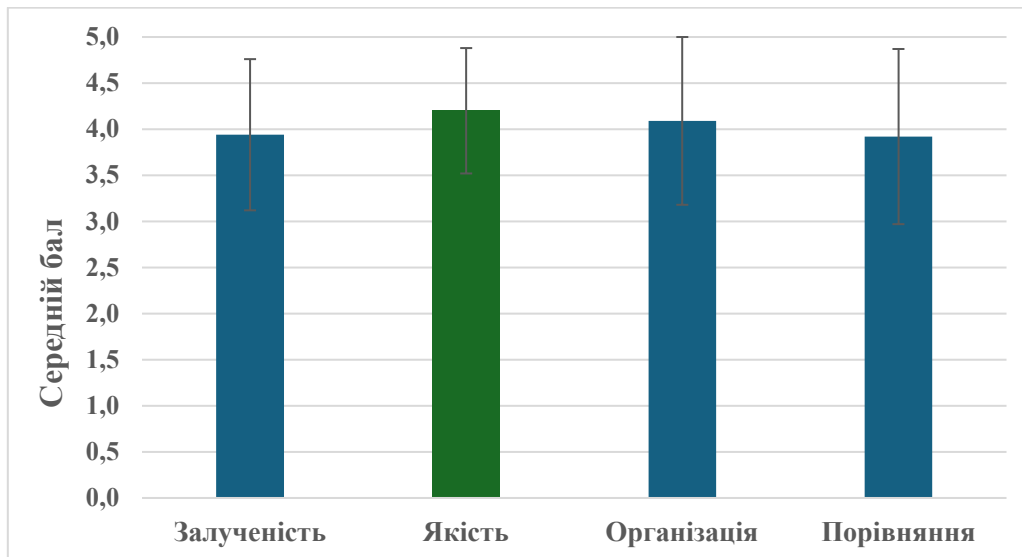


Рис. 4. Середні бали та стандартні відхилення за тематичними блоками опитування (N=25)

Кількісний аналіз відповідей за чотирма тематичними блоками виявив диференційовані оцінки різних аспектів методики (табл. 1).

Таблиця 1

Середні бали та стандартні відхилення за тематичними блоками

Блок	Середній бал (M)	Стандартне відхилення (SD)
Блок 1: Залученість та комфорт	3,94	0,82
Блок 2: Якість навчання	4,20	0,68
Блок 3: Організація	4,09	0,91
Блок 4: Порівняння з традиційним форматом	3,92	0,95

Найвищі оцінки отримав Блок 2 «Якість навчання» ($M=4,20$, $SD=0,68$), що свідчить про консенсус студентів щодо педагогічної дієвості методики. Низьке стандартне відхилення у цьому блоці вказує на узгодженість студентських оцінок: переважна більшість респондентів визнає, що групова робота сприяє кращому розумінню навчального матеріалу.

Дещо нижчі, але все одно позитивні оцінки отримали Блок 1 «Залученість та комфорт» ($M=3,94$, $SD=0,82$) та Блок 4 «Порівняння з традиційним форматом» ($M=3,92$, $SD=0,95$). Відносно вищі стандартні відхилення в цих блоках свідчать про більшу варіативність індивідуального досвіду студентів: частина респондентів відчувала високий рівень комфорту та переваги нового формату, тоді як інші мали застереження.

Аналіз окремих запитань виявив найбільш та найменш високо оцінені аспекти методики. Найвищий середній бал ($M=4,84$, $SD=0,37$) отримало твердження «Групова робота допомогла мені краще зрозуміти алгоритм виконання розрізів». Виключно низьке стандартне відхилення вказує на майже

одноставне визнання студентами педагогічної цінності групового формату для засвоєння процедурних навичок.

Високі оцінки також отримали твердження про технічну надійність платформи ($M=4,56$, $SD=0,71$) та оптимальність розміру групи 3–4 особи ($M=4,48$, $SD=0,65$). Ці результати підтверджують адекватність організаційних рішень щодо технічного забезпечення та формування груп.

Найнижчий середній бал ($M=3,60$, $SD=1,15$) отримало запитання про достатність часу для виконання завдань. Високе стандартне відхилення свідчить про розбіжність думок: частина студентів вважала відведений час адекватним, тоді як інші відчували часовий тиск. Це узгоджується з якісними відповідями, де 7 з 25 респондентів (28%) у відкритих запитаннях зазначили потребу в більшому часі для виконання завдань.

Ретроспективне порівняння з традиційним форматом індивідуальної роботи (Блок 4) виявило переважно позитивне ставлення до групового формату. 76% респондентів ($M=4,04$, $SD=0,89$) повідомили, що встигають зробити більше за пару у груповому форматі порівняно з індивідуальним. Аналогічна частка студентів ($M=4,04$, $SD=0,93$) висловила бажання продовжувати навчання у форматі групової роботи в breakout rooms.

Деяко стриманіші оцінки отримало запитання про загальну ефективність групового формату порівняно з традиційним ($M=3,68$, $SD=1,05$). Вище стандартне відхилення вказує на поляризацію думок: частина студентів переконана в перевазі нового формату, тоді як інші залишаються скептичними або вважають обидва підходи рівноцінними.

Аналіз відкритих відповідей підтвердив наявність феномену «навчаючи – вчуся» (Learning by Teaching), описаному А. Gartner зі співавторами (1971), у досвіді студентів. 11 з 25 респондентів (44%) у відповідях на відкрите запитання про досвід пояснення матеріалу однокласникам спонтанно описали ситуації, коли процес навчання інших поглибив їхнє власне розуміння.

Характерні цитати, що ілюструють феномен LbT:

«Зазвичай, якщо починаєш проговорювати в голос тему, то матеріал засвоюється краще».

«Під час пояснень сам більш детально опрацював теоретичну частину».

«Підказуючи щось однокласникам я набагато краще зрозумів як їх будувати».

Ці висловлювання демонструють ключові механізми Learning by Teaching: необхідність вербалізації знань, метакогнітивну активацію під час пояснення та поглиблене опрацювання матеріалу в процесі навчання інших.

У відповідях на відкрите запитання «Що вам найбільше сподобалось у форматі групової роботи?» студенти виокремили кілька ключових переваг:

1. Швидкість отримання зворотного зв'язку: «Швидкий результат. Розібрав завдання, показав викладачу і пішов виконувати», «Те що при груповій роботі мені допомогли одногрупники, і я зрозуміла все за 3 хвилини!»

2. Психологічна безпека в малих групах: «Висловлювати свою думку при декількох людях спокійніше», що узгоджується з тезою про важливість безпечного простору для навчання.

3. Взаємний контроль якості: «Одногрупник може помітити незначну неточність», що свідчить про активне залучення студентів до перевірки роботи одне одного під час групового виконання завдання.

4. Колаборативне вирішення проблем: Студенти цінували можливість «обговорювати складні моменти», «ділитися ідеями» та «разом шукати рішення».

5. Регулювання рівня складності завдань: можна забезпечити через розподіл учасників у Zoom по кабінетах відповідно до їхнього рівня підготовки. Це дозволить індивідуально підбирати варіанти задач, що сприятиме якісній підготовці талановитих студентів.

Пропозиції щодо покращення. Найчастішою пропозицією щодо вдосконалення методики було збільшення часу на виконання завдань (7 респондентів, 28%). Інші пропозиції включали: більш рівномірний розподіл студентів по групах з урахуванням рівня підготовки, покращення інтерфейсу Zoom для креслення (більш зручні інструменти малювання), можливість самостійного вибору складності завдання.

Загалом, результати опитування демонструють високий рівень задоволеності студентів форматом групової роботи в breakout rooms, особливо у контексті педагогічної ефективності методики. Виявлені обмеження (недостатність часу, нерівномірність розподілу) є коригованими та можуть бути враховані при подальшому застосуванні підходу.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило результативність трьохетапної методики викладання інженерної графіки з використанням breakout rooms платформи Zoom. Високі оцінки студентів (загальний середній бал $M=4,05$) свідчать про позитивне сприйняття методики, особливо в аспекті якості навчання ($M=4,20$), що підтверджує її педагогічну цінність для розвитку графічних навичок у дистанційному форматі.

Найвищий показник дослідження ($M=4,84$) отримало твердження про те, що групова робота допомогла краще зрозуміти алгоритм виконання розрізів. Це вказує на ефективність кооперативного підходу для засвоєння знань у технічних дисциплінах. Низьке стандартне відхилення ($SD=0,37$) свідчить про консенсус студентів щодо цієї переваги методики.

Підтверджено особливості феномену Learning by Teaching: 44% респондентів спонтанно описали досвід поглибленого розуміння матеріалу через пояснення його одногрупникам. Це узгоджується з класичними дослідженнями A. Gartner зі співавторами (1971) та демонструє релевантність цього ефекту для технічних дисциплін в умовах онлайн-навчання.

Порівняльний аналіз з традиційним індивідуальним форматом на основі педагогічних спостережень викладача та ретроспективних оцінок студентів виявив суттєві переваги групової роботи в breakout rooms: масштабованість якісного зворотного зв'язку (перевірка 5–6 групових креслень замість 20+ індивідуальних), диференціація темпів навчання (кожна група працює у власному ритмі) та активація механізмів взаємонавчання.

Трьохетапна структура заняття цілеспрямовано забезпечує оптимізацію трьох типів присутності моделі Community of Inquiry: викладацької присутності (інструктаж та допомога в реальному часі), соціальної присутності (психологічна безпека малих груп у складі 3–4 осіб) та когнітивної присутності (спільне вирішення проблем). Це пояснює високу ефективність методики.

Виявлено обмеження: недостатність часу на виконання завдань ($M=3,60$), що потребує коригування тривалості етапу групової роботи. Шестимісячний розрив між навчанням та опитуванням, з одного боку, створює ризик реконструкції пам'яті, з іншого – підтверджує стійкість позитивного враження, що спростовує критику щодо виключно ефекту новизни.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на кілька напрямів. По-перше, проведення квазіексперименту з порівнянням паралельних груп, які навчаються за груповою та індивідуальною методиками, дозволить встановити більш надійні причинно-наслідкові зв'язки між використанням breakout rooms та навчальними досягненнями. По-друге, вивчення впливу методики на об'єктивні показники академічної успішності (бали за семестрові роботи, екзаменаційні результати) доповнить наявні дані про суб'єктивне сприйняття студентів. По-третє, адаптація та апробація методики для інших технічних дисциплін (технічна механіка, деталі машин, тощо) дозволить оцінити її універсальність. По-четверте, лонгітюдне дослідження з вимірюванням сприйняття одразу після занять, через місяць та через семестр надасть дані про динаміку оцінок та стійкість ефектів у часі.

Авторські внески згідно з CRediT

Ганна ШЕПЕЛЬ: концептуалізація; методологія; дослідження – збір, аналіз, упорядкування даних; написання – оригінальна чернетка.

Ольга ЛЕБЕДЄВА: концептуалізація; дослідження – збір, аналіз, упорядкування даних; написання – оригінальна чернетка.

Сергій ЗАЛЕВСЬКИЙ: концептуалізація; візуалізація; упорядкування даних; написання – огляд та редагування.

Фінансування

Дослідження виконано без фінансової підтримки.

Розкриття даних

Повний масив анонімізованих даних доступний для ознайомлення за посиланням: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20833757>

Декларація конфлікту інтересів

Ганна ШЕПЕЛЬ, Ольга ЛЕБЕДЄВА, Сергій ЗАЛЕВСЬКИЙ заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Використання штучного інтелекту

Під час підготовки статті використовувався штучний інтелект Claude, модель Sonnet 4.5 (Anthropic) для структурування літературного огляду, покращення перекладу анотації англійською мовою, оптимізації текстових формулювань. Всі концептуальні рішення, збір та аналіз даних, інтерпретація результатів та основні тези статті належать авторам.

Список використаної літератури

- Бабкова, О., & Стадніченко, К. (2024). Методичні аспекти організації кооперативного онлайн-навчання. *Освіта. Інноватика. Практика*, 12(1), 11–16. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i1-002>
- Галузяк В., & Макодай О. (2025). Концептуальні основи кооперативного навчання: термінологія, компоненти, моделі. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*, 83, 89–101. <https://doi.org/10.31652/2415-7872-2025-83-89-101>
- Гладун, В. (2022). Кооперативне навчання як засіб демократизації освітнього процесу. *Вересень*, (3(90)), 80–89. <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2021.07>
- Зеленська, Л. Д., Зеленський, Б. Р. (2019). Теоретичні і методичні засади організації кооперативного навчання у закладах вищої освіти. *Інженерні та освітні технології*, 7(2), 19–29. [https://eetecs.kdu.edu.ua/2019_02/EETECs2019_07\(2\)_02.pdf](https://eetecs.kdu.edu.ua/2019_02/EETECs2019_07(2)_02.pdf)
- Головаха, Є., Дембіцький, С. (Ред.) (2022). Комплексні вимірювальні інструменти в соціологічних дослідженнях: розроблення, адаптація, обґрунтування достовірності. Інститут соціології НАН України. <https://sau.in.ua/magazine/kompleksni-vymiryuvalni-instrumenty-v-socziologichnyh-doslidzhennyah-rozroblennya-adaptacziya-obgruntuuvannya-dostovirnosti/>
- Тишакова, Л. (2020). Використання технологій кооперативного навчання у вищій школі. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 5(27), 104–108. <https://doi.org/10.24919/2308-4863.5/27.204497>
- Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 86, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.006>
- Garrison, D. R. (2009). Communities of inquiry in online learning. In *Encyclopedia of distance learning* (2nd ed., pp. 352–355). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-198-8.ch052>
- Gartner, A., Kohler, M. C., & Riessman, F. (Eds.). (1971). *Children teach children: Learning by teaching*. New Harper & Row.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college: What evidence is there that it works? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 30(4), 26–35. <https://doi.org/10.1080/00091389809602629>

References

- Babkova, O., & Stadnichenko, K. (2024). Methodological aspects of organising collaborative online learning. *Education. Innovation. Practice*, 12(1), 11–16. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i1-002> [in Ukrainian]
- Galuzak, V., & Makodai, O. (2025). The conceptual foundations of cooperative learning: terminology, components, and models. *Scientific Notes of the Mykhailo Kotsyubynsky Vinnytsia State Pedagogical University. Series: Pedagogy and Psychology*, 83, 89–101. <https://doi.org/10.31652/2415-7872-2025-83-89-101> [in Ukrainian]
- Hladun, V. (2022). Cooperative learning as a means of democratising the educational process. *‘Veresen’*, (3(90)), 80–89. <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2021.07> [in Ukrainian]
- Zelenska L. D., Zelensky B. R. (2019). Theoretical and methodological foundations for organising cooperative learning in higher education institutions. *Engineering and Educational Technologies*, 7(2), 19–29. [https://eetecs.kdu.edu.ua/2019_02/EETECs2019_07\(2\)_02.pdf](https://eetecs.kdu.edu.ua/2019_02/EETECs2019_07(2)_02.pdf) [in Ukrainian]
- Golovakha, E., Dembitsky, S. (Eds.) (2022). Comprehensive measurement tools in sociological research: Development, adaptation, and validation. Institute of Sociology, National Academy of Sciences of Ukraine. <https://sau.in.ua/magazine/kompleksni-vymiryuvalni-instrumenty-v-socziologichnyh-doslidzhennyah-rozroblennya-adaptacziya-obgruntuuvannya-dostovirnosti/>
- Tishakova, L. (2020). The Use of Cooperative Learning Techniques in Higher Education. *Current Issues in the Humanities*, 5(27), 104–108. <https://doi.org/10.24919/2308-4863.5/27.204497> [in Ukrainian]
- Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 86, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.006>
- Garrison, D. R. (2009). Communities of inquiry in online learning. In *Encyclopedia of Distance Learning* (2nd ed., pp. 352–355). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-198-8.ch052>
- Gartner, A., Kohler, M. C., & Riessman, F. (Eds.). (1971). *Children teach children: Learning by teaching*. New Harper & Row.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college: What evidence is there that it works? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 30(4), 26–35. <https://doi.org/10.1080/00091389809602629>

- Järvelä, S., & Hadwin, A. F. (2013). New frontiers: Regulating learning in CSCL. *Educational Psychologist*, 48(1), 25–39. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.748006>
- Järvelä, S., Kirschner, P. A., Panadero, E., Malmberg, J., Phielix, C., Jaspers, J., Koivuniemi, M., & Järvenoja, H. (2015). Enhancing socially shared regulation in collaborative learning groups: Designing for CSCL regulation tools. *Educational Technology Research and Development*, 63(1), 125–142. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9358-1>
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: The collective working-memory effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 615–624. <https://doi.org/10.1002/acp.1730>
- Kirschner, P. A., Kirschner, F., & Janssen, J. (2014). The collaboration principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.), (pp. 547–575). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.027>
- Martin, F., & Bolliger, D. U. (2018). Engagement matters: Student perceptions on the importance of engagement strategies in the online learning environment. *Online Learning*, 22(1), 205–222. <https://doi.org/10.24059/olj.v22i1.1092>
- Järvelä, S., & Hadwin, A. F. (2013). New frontiers: Regulating learning in CSCL. *Educational Psychologist*, 48(1), 25–39. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.748006>
- Järvelä, S., Kirschner, P. A., Panadero, E., Malmberg, J., Phielix, C., Jaspers, J., Koivuniemi, M., & Järvenoja, H. (2015). Enhancing socially shared regulation in collaborative learning groups: Designing for CSCL regulation tools. *Educational Technology Research and Development*, 63(1), 125–142. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9358-1>
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: The collective working-memory effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 615–624. <https://doi.org/10.1002/acp.1730>
- Kirschner, P. A., Kirschner, F., & Janssen, J. (2014). The collaboration principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.), (pp. 547–575). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.027>
- Martin, F., & Bolliger, D. U. (2018). Engagement matters: Student perceptions on the importance of engagement strategies in the online learning environment. *Online Learning*, 22(1), 205–222. <https://doi.org/10.24059/olj.v22i1.1092>

Ганна ШЕПЕЛЬ,

старший викладач кафедри нарисної геометрії,
інженерної та комп'ютерної графіки
фізико-математичного факультету
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна

Ольга ЛЕБЕДЄВА,

старший викладач кафедри нарисної геометрії,
інженерної та комп'ютерної графіки
фізико-математичного факультету
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна

Сергій ЗАЛЕВСЬКИЙ,

кандидат технічних наук,
доцент кафедри нарисної геометрії,
інженерної та комп'ютерної графіки
фізико-математичного факультету
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна

Hanna SHEPEL,

Senior Lecturer in the Department of Descriptive
Geometry, Engineering and Computer Graphics,
Faculty of Physics and Mathematics
at the National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Ukraine

Olga LEBEDEVA,

Senior Lecturer in the Department of Descriptive
Geometry, Engineering and Computer Graphics,
Faculty of Physics and Mathematics
at the National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Ukraine

Sergiy ZALEVSKY

Ph.D. in Technical Sciences,
Associate Professor in the Department of
Descriptive Geometry, Engineering and
Computer Graphics,
Faculty of Physics and Mathematics
at the National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Ukraine

Цитувати статтю:

АРА

Шепель, Г., Лебедева, О., & Залевський, С. (2026). Кооперативне навчання інженерної графіки засобами Zoom Breakout rooms. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*, (66), 101–120. <https://doi.org/10.34142/2312-1548.2026.66.08>

ДСТУ 8302:2015

Шепель Г., Лебедева О., Залевський С. Кооперативне навчання інженерної графіки засобами Zoom Breakout rooms. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2026. Вип. 66. С. 101–120. DOI: <https://doi.org/10.34142/2312-1548.2026.66.08>.

Отримано: 11 травня 2026 року
Прорецензовано: 16 червня 2026 року
Прийнято до друку: 23 червня 2026 року