

Київський університет імені Бориса Грінченка

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ  
АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ  
МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ  
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
В ОСВІТІ Й НАУЦІ**

**Монографія**

Київ — 2021

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Київського університету імені Бориса Грінченка  
(протокол № 2 від 25.02.2021 р.)

**Рецензенти:**

*Батечко Н.Г.*, завідувач кафедри вищої та прикладної математики Національного університету біоресурсів і природокористування, кандидат фізико-математичних наук, доктор педагогічних наук, доцент;

*Зінченко Н.М.*, професор кафедри інформаційних технологій та аналізу даних Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник;

*Юрчишин В.М.*, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, доктор технічних наук, професор.

**Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті й науці:**  
Т33 моногр. / за заг. ред. О. Литвин. — К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2021. — 332 с.

ISBN 978-617-658-104-8

У монографії висвітлено результати опрацювання наукової теми «Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті й науці» (реєстраційний номер 0116U004625) кафедрою комп'ютерних наук і математики Факультету інформаційних технологій та управління Київського університету імені Бориса Грінченка (термін виконання: березень 2016 р. — березень 2021 р.).

Представлено основні наукові та практичні результати з таких напрямів: математичне та комп'ютерне моделювання, апаратно-програмні засоби автоматизованих систем керування, застосування цифрових технологій в освітньому процесі.

Для науково-педагогічних, наукових і педагогічних працівників, які цікавляться сучасними проблемами застосування математичних методів і цифрових технологій в освіті й науці.

УДК 51-7+004]:37

### 1.3. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ ЗАСОБАМИ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Володимир Прошкін**

*(Київський університет імені Бориса Грінченка)*

**Людмила Хоружа**

*(Київський університет імені Бориса Грінченка)*

**Олена Семеніхіна**

*(Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С. Макаренка)*

В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій вимоги до рівня професійної підготовки майбутніх учителів, зокрема математики та інформатики, різко зростають. Професіоналізм сучасного вчителя — це не лише його компетентності в різних сферах знань у галузі своєї професії, його висока кваліфікація, що є запорукою успішної роботи. Від учителів інформатики та математики вимагають уже не тільки застосування традиційних форм і методів навчання, а ще й розроблення інноваційних, зокрема пов'язаних з цифровими технологіями.

Особливої актуальності зазначена проблема набуває в контексті навчання математики. Так, результати ЗНО з математики за останні роки, міжнародного дослідження якості освіти PISA — 2018 [1] та інших досліджень визначають рівень математичної грамотності українських учнів як такий, що нижче середнього. Це виразно демонструє рівень математичної підготовки учнів ЗЗСО. Для сьогоднішніх мобільних і комп'ютеризованих школярів твердження про те, що математика — фундамент усіх наук, який розвиває їхнє мислення, вже не є авторитетом. Отже, учителям шкіл потрібний оновлений методичний інструментарій, що дасть змогу зацікавити учнів математикою. На нашу думку, математична підготовка в школі має сприяти формуванню впевненості учнів у власних силах і здатності застосовувати математику для розв'язання повсякденних завдань. Тому цей аспект має враховувати фахова підготовка майбутніх учителів в університеті.

Отже, виникає необхідність у певному «перезавантаженні», оскільки наявна система методичної підготовки не лише майбутніх учителів математики, а ще й інформатики, адже для останніх математична підготовка є базисною. Основними векторами таких змін ми вважаємо цифрові технології, які використовуються в контексті чотирьох «К» — креативності, комунікативності, критичного мислення та командної роботи (за Т. Годованюк [2]).

Теоретико-методологічним підґрунтям реалізації дослідження вважаємо такі наукові розвідки щодо вивчення нормативно-правових документів. Так, у 2018 р. Європейським парламентом та Радою ЄС схвалено оновлену редакцію ключових компетентностей для навчання протягом життя [3]. Провідне місце відведено цифровій компетентності, під якою розуміють упевнене, критичне та відповідальне застосування й взаємодію з цифровими технологіями, зокрема через створення цифрового контенту.

У монографії «Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ» (за редакцією В. Бикова) чітко окреслено роль цифрових технологій в освіті. Зокрема, у ній зазначено, що успішне застосування цифрових технологій є завданням освіти XXI ст., з ним пов'язане навчання, розвиток, побудова успішної життєвої траєкторії. Важливим напрямом освітньої політики сьогодні є процеси інформатизації навчання [4].

Проблеми розвитку інформатизації освіти досліджено в роботах В. Бикова, О. Глазунової, А. Гуржія, М. Жалдака, Т. Коваль, О. Колгатіна, О. Кузьминської, Н. Морзе, Л. Панченко, С. Семерікова, О. Співаковського, О. Спіріна, Ю. Триуса та ін. Крім того, варто виділити наукові розробки, що реалізуються в Університеті Грінченка в розвідках М. Астаф'євої, В. Вембер, Д. Бодненка, О. Жильцова, О. Литвин, О. Глушак, О. Буйницької та ін.

У низці дисертаційних робіт розкрито різні аспекти застосування цифрових технологій у процесі підготовки майбутніх учителів математики та інформатики: використання систем Moodle, Delphi як засобів розвитку предметних компетентностей (К. Колос, С. Петренко), системи DSpace як засобу активізації науково-дослідної роботи (О. Олексюк), систем комп'ютерної математики як засобу навчання дослідження операцій (У. Когут), використання мережних технологій відкритих систем у навчанні (Т. Вдовичин). У досліджен-

ні О. Коглатіна розроблено теоретико-методичні засади проектування комп'ютерно орієнтованої системи педагогічної діагностики майбутніх учителів природничо-математичних спеціальностей.

Проблема професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики засобами цифрових технологій посилилась на початку 2020 р., коли ми всі стали свідками певної інтенсифікації дистанційного навчання. Вимушений масовий перехід до електронного навчання на період дії карантину став своєрідним глобальним викликом для всього освітянського середовища, зокрема для вищої школи. Це окреслило низку вагомих проблем на різних рівнях: національному — вироблення стратегії і тактики реалізації дистанційного навчання в умовах вимушеного карантину; інституційному — вибір університетами структури й форм дистанційного навчання, орієнтуючись на наявні освітньо-професійні (наукові) програми, навчальні плани, рівень підготовки студентів тощо; особистісному — забезпечення реалізації дистанційної фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, контролю за її якістю.

Ураховуючи, що питання професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики засобами цифрових технологій досліджувалося нами протягом усього періоду виконання наукової теми «Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті і науці» (реєстраційний номер 0116U004625), виділимо основні напрями дослідження:

- 1) застосування комп'ютерних математичних інструментів у фаховій підготовці учителів математики та інформатики;
- 2) автоматизація контролю математичних знань у програмах динамічної математики (ПДМ);
- 3) реалізація фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики в умовах соціального дистанціювання.

Розкриваючи **перший напрям дослідження**, зазначимо, що вагому частину змісту професійної підготовки вчителів інформатики та математики займають математичні дисципліни. Тому заслуговує на увагу проблема підготовки вчителя до застосування спеціалізованого програмного забезпечення в умовах навчання в університеті. На нашу думку, зазначена проблема може бути розглянута в таких ракурсах:

- 1) уточнення спеціалізованого програмного забезпечення математичного спрямування, яке сьогодні використовується у мате-

матичній підготовці вчителів математики та інформатики, а також у школах України;

2) аналіз комп'ютерних інструментів, що застосовується вчителем у найпоширеніших ПЗ математичного спрямування;

3) окреслення проблем учителів математики та інформатики в професійній діяльності.

Аналіз наукових публікацій у галузі методики математики дає підстави говорити про використання окремих типів спеціалізованого програмного забезпечення — системи комп'ютерної алгебри та програм динамічної математики. До перших зараховують такі програми, як Maple, Mathematica, Maxima та ін., до других — GSP, GeoGebra, GRAN, DG тощо. Серед програм першого типу немає таких, які пропонують українські розробники, що пояснюємо об'єктивними обставинами відсутності достатнього фінансування таких проєктів. Серед програм другого типу відзначимо українські GRAN та DG, які свого часу були рекомендовані для використання у школах України.

Аналіз науково-методичних публікацій щодо застосування спеціалізованого ПЗ у галузі математики дає підстави говорити про активне використання більшою мірою програм другого типу.

З метою розв'язання першого завдання було проведено опитування, яке полягало у дослідженні відповідей на запитання: «Яке програмне забезпечення математичного спрямування використовується в навчанні таких дисциплін: математичний аналіз, лінійна алгебра, аналітична геометрія, проєктивна геометрія, диференціальні рівняння, диференціальна геометрія і топологія, математичне моделювання, лінійне програмування, теорія груп, теорія ймовірностей і математична статистика, комплексний аналіз, методика навчання?»; «Яке програмне забезпечення математичного спрямування використовується в навчанні алгебри і початків аналізу, планіметрії, стереометрії?».

Вибірка для першого завдання склала 13 викладачів та 73 учителя різних регіонів України, які мають досвід роботи у старших класах не менше трьох років. У результаті опитування вибрано тип найпопулярніших програмних засобів, для якого здійснено аналіз наявних комп'ютерних інструментів та складено перелік найбільш затребуваних у роботі вчителів математики й інформатики.

Результати опитування засвідчили популярність спеціалізованих програмних засобів математичного спрямування першого типу Maple, Maxima, Matlab та другого — GeoGebra. На нашу думку, вибір Maple можна пояснити потужністю інструментарію, широким колом завдань, яке допомагає розв'язати ця програма. Вибір Maxima обґрунтовано вільним поширенням і достатньо потужним інструментарієм для розв'язування математичних задач для вчителів. Вибір Matlab пояснюємо потужністю інструментарію та значним поширенням серед університетів. Вибір GeoGebra — вільним поширенням, специфікою інструментарію та його постійним оновленням, що дає змогу розширити коло математичних завдань.

За результатами опитування також встановлено, що популярними в навчанні математики в школі є програмні засоби другого типу, причому найбільшу перевагу мають GeoGebra і MathKit, після яких йде GRAN. Пояснюємо це вільним поширенням, зручним і зрозумілим інтерфейсом, достатнім для розв'язування шкільних завдань інструментарієм. Також використання засобів GeoGebra і MathKit часто передбачено освітніми програмами підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, зокрема при вивченні методики навчання, що теж може бути причиною їх популярності в роботі вчителів.

За результатами аналізу комп'ютерних інструментів ПДМ створено їх перелік (табл. 1.3.1).

Таблиця 1.3.1

## КОМП'ЮТЕРНІ ІНСТРУМЕНТИ, ЗАКЛАДЕНІ У ПДМ

Інструмент, доступний з панелі або меню	DG	Gran 1	Gran2D	Gran3D	Cabri	Cabri 3D	GeoGebra	GeoGebra 5.0	Жива математика	Математичний конструктор
Калькулятор	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Побудова точки, прямої, променя, відрізка, кола	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+

## Продовження табл. 1.3.1

Інструмент, доступний з панелі або меню	DG	Gran 1	Gran2D	Gran3D	Cabri	Cabri 3D	GeoGebra	GeoGebra 5.0	Жива математика	Математичний конструктор
Побудова середини відрізка, бісектриси	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Побудова дуги	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Побудова сектора, сегмента	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+
Побудова перпендикуляра чи паралельної прямої	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Поділ відрізка або кута на частини	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Визначення довжини, кута, площі	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Побудова багатокутника	+	-	±	-	+	+	+	+	+	+
Побудова дотичної до кривої	-	-	±	-	-	-	+	+	-	+
Побудова графіка функції, заданої явно і неявно	-	+	-	+	-	±	±	±	±	+
Побудова графіка функції, заданої параметрично	-	+	-	-	-	-	±	±	±	+
Побудова інтерполяційного полінома	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+
Перетворення графіків функцій	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Дії над множинами	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Побудова многогранників	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
Керування просторовими об'єктами	-	-	-	±	-	+	-	+	-	-
Обчислення визначених інтегралів, розв'язування рівнянь і нерівностей різних типів, їх систем	-	+	-	±	-	-	±	±	-	-
Статистичне опрацювання результатів	-	+	-	-	-	-	+	+	-	±



Зазначений перелік є достатнім для розв'язування типових завдань шкільного курсу математики.

Також нами здійснено аналіз методичного інструментарію, який передбачено розробниками програм другого типу (табл. 1.3.2).

Таблиця 1.3.2

## МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ, ПЕРЕДБАЧЕНІ В ПДМ

Характеристика	DG	Gran 1	Gran2d	Gran3d	Cabri	Cabri 3d	GeoGebra	GeoGebra 5.0	Жива математика	Математичний конструктор
Покрокова анімація	*	–	*	–	*	*	*	*	*	*
Створення власних інструментів	*	–	*	–	–	–	*	*	*	*
Встановлення позначок на об'єкті	–	–	–	–	–	–	*	*	–	*
Обмеження зображення	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*
Вбудовані демонстрації	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*
Встановлення типу й кольору об'єктів	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Встановлення кнопок	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*
Приховування об'єктів	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*
Організація контролю	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*
Динамічний слід	*	–	*	–	*	*	*	*	*	*

Як свідчать дані таблиці, у програмі “MathKit” методична підтримка роботи вчителя є найбільшою, що дає змогу посилити ефект від навчання за рахунок створення власних інструментів, встановлення позначок на об'єкті, можливість обмежувати зображення, використовувати вбудовані демонстрації, встановлювати кнопки, приховувати об'єкти та організовувати автоматизований контроль за математичним розв'язанням, що не завжди можна передбачити в інших програмах.

За результатами експертного опитування ми визначили перелік проблем учителів математики та інформатики при використанні спеціалізованого програмного забезпечення другого типу.

1. Використання ПДМ вимагає *переосмислення учителем форм і методів навчання*. Традиційне розв'язування задач з підручника за допомогою програмних засобів не завжди є доцільним. Як приклад, задачі на перетворення виразів вимагають розуміння формул, геометричні задачі на доведення потребують додаткової початкової підготовки, велика кількість завдань передбачає просто відпрацювання окремого вміння (полічити, спростити, обчислити). У той же час, якщо вчитель планує залучити комп'ютер, варто використовувати задачі, де передбачено певне дослідження без прив'язки до конкретних чисел-даних. Інакше кажучи, вчителю варто творчо скорегувати зміст задачі з посібника.

2. *Пошук нестандартних і творчих завдань*. Це пов'язано із тим, що сучасна педагогічна теорія і практика декларує розвиток творчих здібностей учнів, у тому числі використовуючи цифрові технології. Відомо, що одним із складників творчого мислення є інтуїція. Саме зміст математичних задач зумовлює її розвиток. Науковці стверджують, що розв'язання задач якнайкраще сприяє розвитку спостережливості, умінню застосовувати наочно-образне мислення тощо.

Нами відзначені ідеї реалізації міжпредметних зв'язків як такі, що сприяють не тільки формуванню умінь моделювати об'єкти різної природи, а й кращому засвоєнню предметних і надпредметних знань. Зокрема, пропонується візуалізація молекул і атомів речовин, будова яких підпорядкована законам симетрії, або ж моделювання руху води садового шланга під дією сили тяжіння тощо.

3. *Проблема раціонального вибору середовища*. Проведені нами спостереження засвідчили ситуації, коли задачу розв'язують за допомогою комп'ютерного інструмента, який не є оптимальним. Однак цю проблему легко усунути, коли вже є досвід роботи з такими інструментами та визначено можливості їх використання на уроках математики. Так, для розв'язування задач стереометрії не завжди доречно залучати програму "Gran3D", оскільки її обмежений інструментарій (створення базових стереометричних об'єктів, паралельне перенесення і поворот) не дає змоги оперувати рівняннями об'єктів та їх перетвореннями (програма "Cabri 3D" також не передбачає за-

дання об'єктів їх рівняннями), натомість ПДМ *GeoGebra* може ефективно допомагати у розв'язуванні задач, заданих аналітично.

4. Принципово іншого методичного змісту набуває вміння вчителем здійснювати *перевірку результатів розв'язання задачі за допомогою комп'ютерної програми*. Важливо зрозуміти підхід учня щодо здійснення розв'язку. Так, задача про побудову квадрата може бути розв'язана кількома способами, не кожен з яких виявиться коректним (наприклад, побудова прямих, які візуально перпендикулярні між собою, але не зберігають цю властивість при динамічній зміні конструкції).

5. *Стандартні помилки при використанні комп'ютерних інструментів*. Серед таких помилок — неправильний синтаксис команд, некоректне використання інструмента, відсутність розуміння результату впливу інструментом на об'єкт, невміння пояснити отримані розв'язки після застосування інструмента тощо. Типові помилки не обмежуються лише тими, що подано вище. Акцентування уваги на них додає упевненості в тому, що майбутні вчителі зможуть їм запобігати. Тому вкрай значущим є чітке подання навчального матеріалу, правильно дібрана система вправ, рекомендацій, що попереджують виконання помилкових дій.

Ми маємо глибоке переконання, що зазначені проблеми можуть бути усунуті за умови підготовки вчителів математики та інформатики до творчого вибору форм і методів навчання, здатності знаходити нестандартні або творчі математичні завдання; вміння здійснити виважений вибір спеціалізованого ПЗ, бачення можливих шляхів перевірки отриманого учнем комп'ютерного результату та типових помилок при використанні комп'ютерних інструментів.

**Другий напрям наукових пошуків.** Отримані В. Прошкіним й О. Семеніхіною результати дослідження щодо застосування комп'ютерних математичних інструментів у процесі професійної підготовки майбутніх учителів математики [5] дали змогу визначити теоретичні засади використання інформаційних засобів для контролю навчальних досягнень, зокрема залучення ПДМ для автоматизації контролю математичних знань.

Здійснений нами аналіз комп'ютерного інструментарію ПДМ *MathKit*, *GeoGebra* (програми вибрані як найбільш популярні за результатами опитування майбутніх учителів математики і вчи-

телів-практиків) дав можливість з'ясувати шляхи автоматизації контролю математичних знань, серед яких:

- 1) безпосередня перевірка цілісності конструкції;
- 2) покрокова демонстрація розв'язання;
- 3) використання спеціальних інструментів контролю (інструмент «Перевірити відповідь» для автоматичної перевірки відповіді через реалізований заздалегідь алгоритм розв'язання, «Поле вводу відповіді» для запитань з відкритою формою відповіді, «Чекбокс» для запитань із закритою формою відповіді — з однією чи кількома правильними відповідями).

Опишемо більш детально шляхи автоматизації контролю математичних знань на базі ПДМ.

### 1. Безпосередня перевірка цілісності конструкції.

У ПДМ передбачено можливість перевірити правильність побудови через інтерактивний вплив на об'єкт — зміна положення елементів, на яких побудована конструкція, не має вплинути на коректність відображення результату.

Доволі часто при побудові математичної моделі задачі суб'єкти учіння спираються на візуальну схожість / подібність геометричної конструкції, а не усталені правила побудови. У цьому разі навіть при незначних змінах положення базових об'єктів цілісність побудов порушується.

**Приклад 1.** Побудувати пряму Ейлера (*GeoGebra*) (рис. 1.3.1а–1.3.1б).

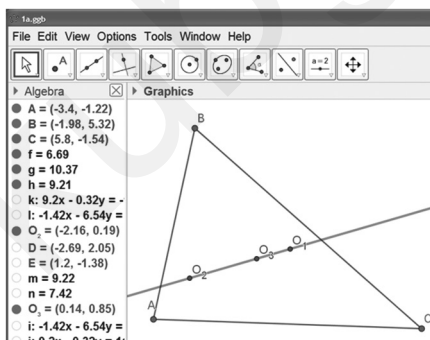


Рис. 1.3.1а. Правильна побудова

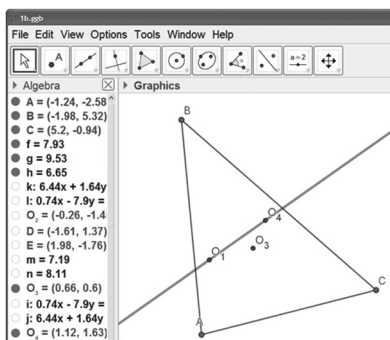


Рис. 1.3.1б. Неправильна побудова

Пряма Ейлера — це пряма, на якій лежать три центри (центроїд — точка  $O_1$ , ортоцентр — точка  $O_2$  та центр описаного кола — точка  $O_3$ ) будь-якого трикутника.

Описаний спосіб контролю відбувається швидко, але застосовується зазвичай при перевірці геометричних задач (задачі на побудову, задачі на геометричне місце точок, задачі на побудову перерізів многогранників).

## 2. Покрокова демонстрація розв'язання.

У ПДМ передбачено можливість покрокової демонстрації розв'язання. Так, для *MathKit* покрокова демонстрація задається кнопками «Показати / Сховати» та «Презентація» (рис. 1.3.2а).

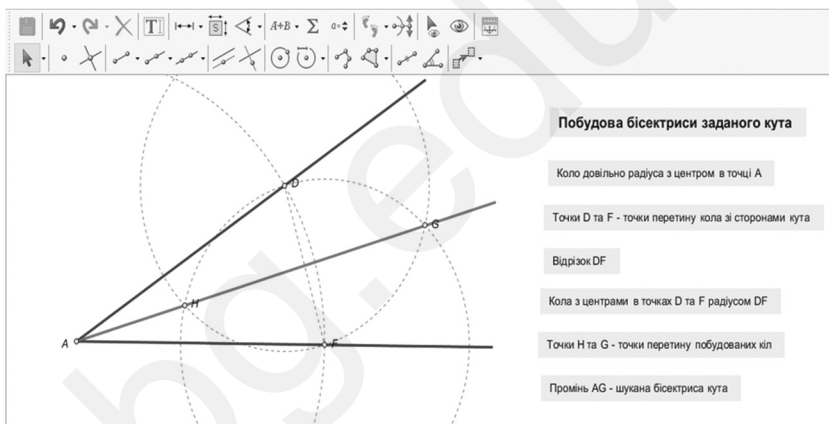


Рис. 1.3.2а. Покрокова демонстрація побудови бісектриси кута в *MathKit*

У *GeoGebra* для покрокової демонстрації також можна використовувати кнопки, але для цього потрібно написати скрипт кнопки мовою Java або ж перейти в режим «Кроки побудови» чи активізувати «Вид / Протокол», де режим «Кроки побудови» також активний (рис. 1.3.2б).

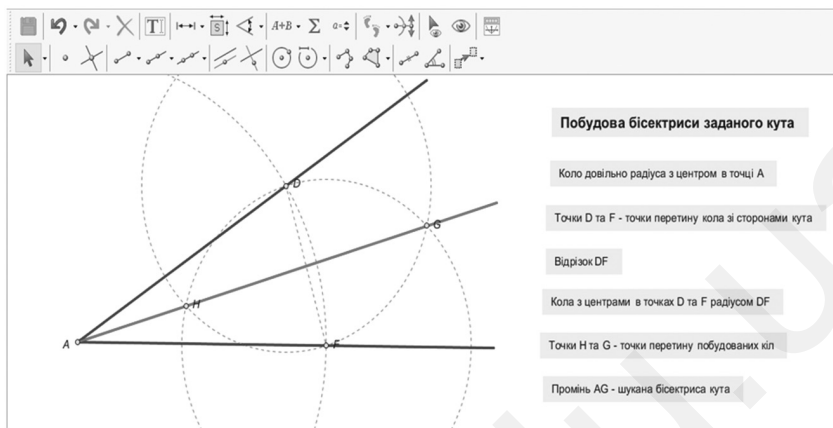


Рис. 1.3.26. Покрокова демонстрація побудови бісектриси кута в GeoGebra

### Приклад 2. Побудувати бісектрису заданого кута.

У такий спосіб маємо можливість перевірити логіку міркувань суб'єктів учіння при розв'язуванні математичної задачі, але таку форму контролю вважаємо частково автоматизованою, оскільки її використання вимагає додаткових витрат часу на перегляд кожного кроку розв'язання та аналізу їх коректності.

### 3. Використання спеціальних інструментів контролю.

Так, розробниками програми “MathKit” пропонуються інструменти «Чекбокс», «Поле вводу відповіді», «Перевірити відповідь».

Інструмент «Чекбокс» покликаний автоматизувати тестову перевірку знань за двобальною шкалою «правильно — неправильно». Для використання інструмента «Чекбокс» створюються поля, де можна прописати текст умови завдання і поставити позначку, яка відповідь правильна.

Для організації перевірки знань на основі чекбоксів використовується інструмент «Перевірити відповідь»: якщо варіанти відповідей суб'єкта учіння повністю збігаються з еталонними, то на екран виводиться повідомлення про правильну відповідь.

### Приклад 3. Вкажіть пари подібних трикутників (рис. 1.3.3).

Будуємо можливі пари фігур з урахуванням типових помилок, поряд з кожною парою створюємо чекбокс. Для автоматизації контролю створюємо кнопку «Перевірити відповідь», для чого фіксуємо правильні відповіді, потім обов'язково виділяємо усі чекбокси (з позначками та без) і вибираємо «Перевірити відповідь» через меню «Кнопки / Перевірити відповідь».

Знімаємо позначки і зберігаємо готове завдання.

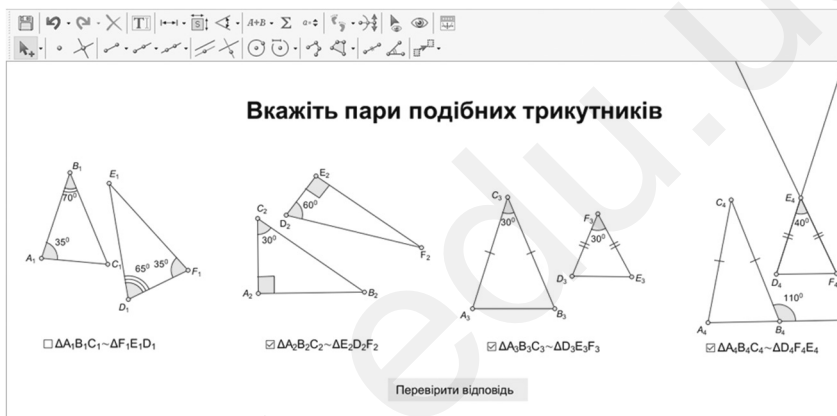


Рис. 1.3.3. Автоматизована перевірка у вигляді тесту в MathKit

Інший інструмент — «Поле вводу відповіді» — дає змогу створити поле для відповіді, що вводиться з клавіатури. Такий інструмент є аналогом тесту з відкритою формою відповіді.

При використанні інструмента для створення тестового завдання на екрані одночасно з'являється поле для введення результату та вікно властивостей кнопки, де замість червоного тексту потрібно прописати варіанти правильних відповідей (за замовчуванням їх кількість дорівнює трьом, її можна збільшити).

**Приклад 4.** Точка  $A$  розташована на додатній частині осі абсцис, а точка  $C$  — на додатній частині осі ординат. Побудувати прямокутник  $OABC$  і його діагоналі. Визначити координати вершин прямокутника  $OABC$  та точки  $D$  перетину діагоналей, якщо довжина сторони  $OA$  дорівнює 18, а довжина сторони  $OC$  дорівнює 6.

Технічно створення такого типу завдань для організації контролю не є складним, але вимагає прискіпливої уваги до врахування усіх можливих варіантів уведення відповіді — порядок чисел, формат чисел, регістр літер, використання розділових знаків тощо (рис. 1.3.4).

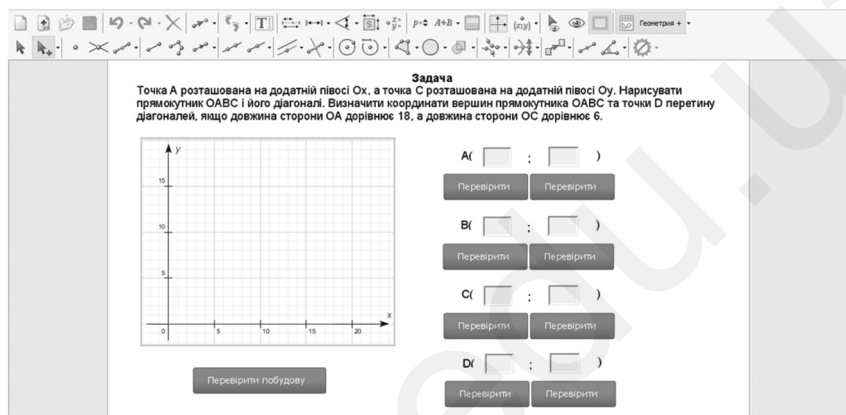


Рис. 1.3.4. Організація перевірки відповіді у MathKit

Використання інструмента «Перевірити відповідь» програми «MathKit» дає можливість автоматизувати перевірку логіки міркувань при розв'язуванні математичної задачі, чого не передбачено в інших програмних засобах математичного спрямування. Щоб організувати автоматизований контроль математичних знань, потрібно здійснити побудову чи розрахунки, потім виділити об'єкти, які є відповіддю на задачу, і зафіксувати кнопку «Перевірити відповідь». Після цього усі проміжні побудови та результати приховуються, а залишається тільки умова і створена кнопка. Зауважимо, що розробниками програми передбачено можливість редагування скриптів використання кнопок.

Вчитель / викладач, пропонуючи розв'язати задачу в програмі «MathKit», де передбачена кнопка «Перевірити відповідь», може одразу перевірити правильність відповіді й при цьому не витратити час на розуміння методів розв'язування, яких може бути не один.



### Приклад 5. Побудувати кут, синус якого дорівнює $3/5$ (рис. 1.3.5).

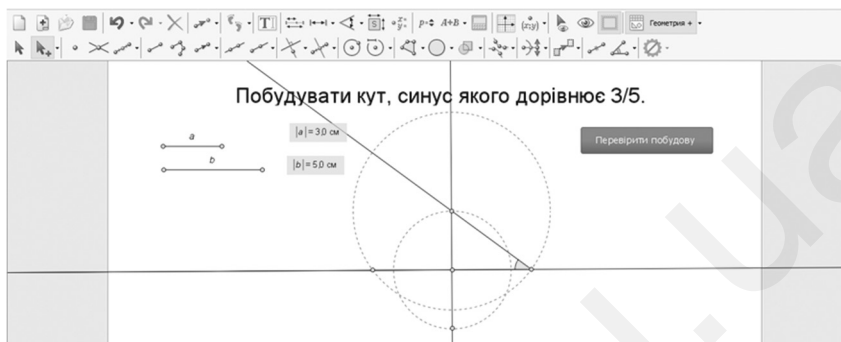


Рис. 1.3.5. Автоматизована перевірка правильності побудови в *MathKit*

Вивчення інструмента засвідчило його коректну роботу за тієї умови, що об'єктом перевірки є точка, пряма, відрізок тощо (базовий геометричний об'єкт).

Для посилення самостійності при виконанні завдань розробниками *GeoGebra* передбачено режим *GeoGebra Exam*, призначений для обмеження доступу до окремих комп'ютерних інструментів (вибираються викладачем) і файлів, розміщених на комп'ютері, та заборони виходу в Інтернет (рис. 1.3.6).

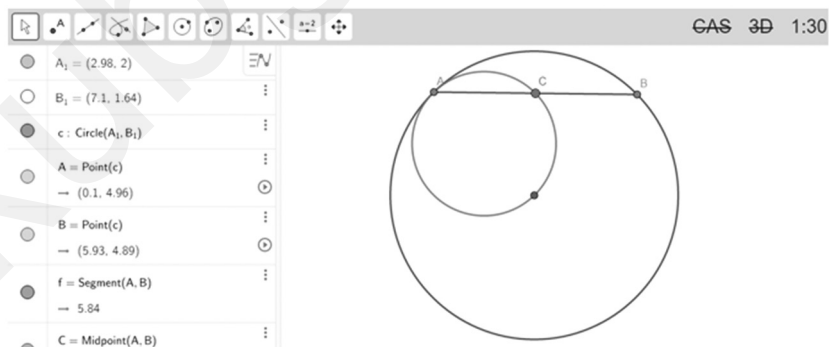


Рис. 1.3.6. Режим *GeoGebra Exam*

Режим не автоматизує контроль за навчальними досягненнями, але фіксацією дій у спеціальному журналі підтверджує / спростовує самостійність виконання завдань. У журналі зазначаються: дата і час початку виконання завдання, встановлені налаштування, вихід з повноекранного режиму, якщо такий мав місце, та повернення до нього, час завершення роботи.

По завершенні екзамену можна побачити деталі його проходження у журналі (рис. 1.3.7) — задача розв'язана за 4,26 хв.

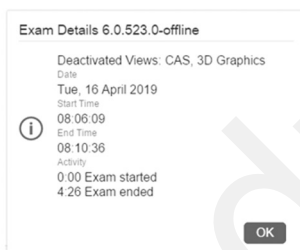


Рис. 1.3.7. Журнал виконання завдання в режимі *GeoGebra Exam*

Результати проведеного дослідження були піддані статистичному аналізу. Нами вивчалася доцільність використання описаних шляхів автоматизації контролю з двох позицій: оцінка середніх для порівняння часу, витраченого на традиційні й автоматизовані форми контролю (критерій Стьюдента), та чи впливає вибрана форма контролю математичних знань на розподіл результатів навчання.

Це уможливило виявлення таких тенденцій:

- 1) перевірка математичних знань за другою формою (з використанням ПДМ) більш швидка;
- 2) перевірка математичних знань за другою формою дає меншу кількість успішних оцінок.

Це означає, що форма контролю суттєво впливає на розподіл студентів за рівнями навчальних досягнень — при виконанні письмових робіт успішність студентів вища, ніж при комп'ютерній перевірці знань на базі ПДМ.

**Третій напрям наукового дослідження** — реалізації фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики в умовах соціального дистанціювання. Це дослідження частково

реалізоване В. Прошкіним спільно з Л. Хоружою [6]. Експериментальною базою дослідження став Київський університет імені Бориса Грінченка (Україна). Усього в дослідженні взяли участь 153 викладачі й 220 студентів різних факультетів та інститутів університету. Зазначимо, що в опитуванні брали участь студенти спеціальностей «Математика», «Комп'ютерні науки», «Середня освіта (математика)», викладачі кафедри комп'ютерних наук і математики, кафедри природничо-математичної освіти і технологій тощо. Опитування викладачів і студентів було проведено протягом 26.06 — 03.07.2020 р.

По-перше, ми з'ясували, як викладачі оцінюють якість дистанційного навчання на період дії карантину, а також порівняли їхні погляди з думками студентів (рис. 1.3.8а–1.3.8б).

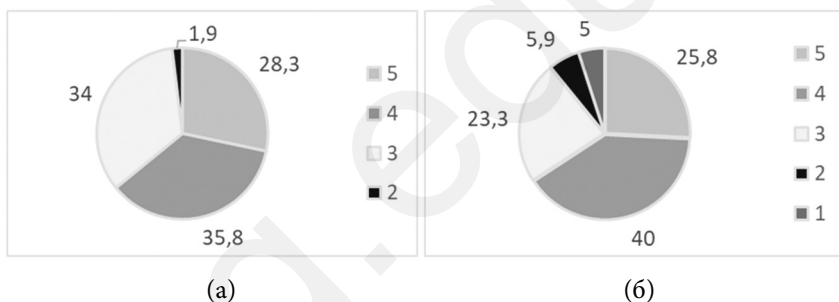


Рис. 1.3.8. Оцінка якості дистанційного навчання (%):  
а) — викладачами; б) — студентами

Як свідчать результати дослідження, викладачі та студенти приблизно однаково оцінюють якість дистанційного навчання, що було підтверджено критерієм Фішера  $\Phi^*$ . Отримано,  $\Phi_{\text{емп}}^* = 0,247$ ,  $\Phi_{\text{кр}}^* = \begin{cases} 1,64, & p \leq 0,05 \\ 2,31, & p \leq 0,01 \end{cases}$ . Разом із тим кожен десятий студент оцінює якість дистанційного навчання вкрай негативно (на 2 і 1 бали). Лише 1,9 % викладачів оцінюють якість дистанційного навчання неприпустимо низько (на 2 бали).

Далі ми з'ясували самооцінку рівня сформованості цифрової компетентності викладачів і студентів (рис. 1.3.9а–1.3.9б).



Рис. 1.3.9. Оцінка рівня цифрової компетентності (%):  
а) — викладачами; б) — студентами

Відповідно до критерію Фішера  $\varphi^*$ ,  $\varphi_{\text{емп}}^* = 0,771$ ,  
 $\varphi_{\text{кр}}^* = \begin{cases} 1,64, & p \leq 0,05 \\ 2,31, & p \leq 0,01 \end{cases}$ , отже, приймаємо гіпотезу  $H_0$ , яка стверджує,

що студенти та викладачі однаково оцінюють рівень розвитку власних цифрових компетентностей. Як бачимо, як студенти (80,8 %), так і викладачі (84,9 %) вважають, що рівень їхньої цифрової компетентності достатній для забезпечення освітнього процесу. Крім того, більше половини студентів (52,5 %) стверджує, що має найвищий рівень розвитку цифрових компетентностей для реалізації завдань освітнього процесу. Викладачі, на відміну від студентів, менш впевнені у власних цифрових здібностях — лише 39,6 % респондентів оцінюють рівень власних цифрових компетентностей найвищим балом. Водночас 5,9 % студентів вважає, що їхній рівень розвитку цифрових компетентностей не дає змоги їм розв'язувати завдання освітнього процесу.

Слід зазначити, що отримані нами дані перегукуються з результатами дослідження, наведеними Міністерством цифрової трансформації України за методологією оцінки цифрових навичок, що була запропонована Європейською комісією. Так, 37,9 % українців у віці 18–70 років має цифрові навички на рівні нижче середнього, ще 15,1 % взагалі не володіє ними [7].

Проблема сформованості у викладачів на недостатньо високому рівні цифрової компетентності яскраво проявилася в умовах

соціального дистанціювання (па період дії карантину), коли всі педагоги, навіть опоненти е-навчання, масово звернулися до цифрових технологій. Разом із тим, як засвідчила практика, для більшості із них уміння застосовувати цифрові технології є вкрай обмеженими. Зазвичай викладачі на період дії карантину використовували безкоштовну відкриту систему управління навчанням Moodle, а також різні програми для організації відеоконференцій (Hangouts Meet, Skype, Webex, Google Classroom, Zoom). До речі, у процесі опитування було встановлено, що найбільш популярними програмами як серед студентів, так і викладачів є Hangouts Meet, Zoom. На нашу думку, це пов'язано з перевагами цих програм, серед яких виділимо найголовніші:

- значна кількість учасників у безкоштовному пакеті (до 250 осіб);

- доступний вибір платформ (Android, iOS, браузері “Chrome”, “Mozilla”, “Firefox”, “Apple”, “Safari”, “Microsoft Internet Explorer”, “Microsoft Edge”);

- широкі можливості для приєднання (через браузер, мобільний додаток, Google-календар, за допомогою URL або коду зустрічі тощо);

- можливість запису відеозустрічі, демонстрації документів та вікон програми, перегляду контенту з високою роздільною здатністю, підтримка масштабування в мобільному додатку тощо.

Зазначимо також, що недостатній рівень розвитку цифрової компетентності у частини викладачів виявив їхню слабку спроможність максимально наближати дистанційне навчання до звичного аудиторного. Ситуацію, що склалася, ми пов'язуємо з обмеженістю їхніх умінь щодо використання таких засобів цифрових технологій, які можуть забезпечити ефективну імітацію очної форми навчання. До них зараховуємо віртуальні цифрові (інтерактивні) дошки (whiteboard), програми для створення тестових завдань, програми для планування спільної роботи та пошуку напрямів вирішення навчальних проблем, програми для розроблення інтелектуальних карт, представлення класифікацій, ідей, структур тощо.

Окреслена проблема перегукується з питанням наявного освітнього контенту, яке було розкрито в межах дослідження [8]. Слід зазначити, що вимушений карантин 2020 р. спонукав всю освітню

спільноту, зокрема математичну, до активного розроблення сучасного освітнього контенту. Завдяки спільним зусиллям Офісу Президента України, Міністерства освіти і науки України, Комітету Верховної Ради України з питань освіти, науки та інновацій, громадської спілки «Освіторія», а також 40 педагогів країни для учнів 5–11 кл. стартував проєкт «Всеукраїнська школа онлайн». Основною метою проєкту стало створення для кожного українського учня, незалежно від місця проживання, ресурсів та можливості підтримати зв'язок зі своїми вчителями, отримати доступ до знань.

На сайтах МОН України та Інституту модернізації змісту освіти МОН України подано підручники для 1–11 кл. в електронному вигляді з можливістю завантаження. Міністерством і Комітетом цифрової трансформації України створено освітній серіал «Інтерактивне навчання: інструменти та технології для цікавих уроків».

Особливий інтерес мають платформи масових відкритих онлайн-курсів та сайти з навчально-методичним і дидактичним матеріалом. Це, зокрема, Prometheus — один із найбільших проєктів безкоштовної освіти в Україні, на якому з-поміж іншого подано курси для підвищення кваліфікації учителів та підготовки до ЗНО. Coursera — портал, що містить онлайн-курси з різних дисциплін, у разі успішного закінчення яких користувач отримує сертифікат про проходження курсу. EdEra — студія онлайн-освіти. На сайті подано онлайн-курси, спецпроєкти, інтерактивні підручники та освітні блоги. iLearn — проєкт, створений командою громадської спілки «Освіторія», що пропонує вебінари, тести, навчальні курси. «На урок» — освітній проєкт, що містить розробки уроків, конспекти уроків, тести, методичні рекомендації, матеріали для позакласної роботи тощо. «Всеосвіта» — освітній проєкт, який пропонує онлайн-курси, вебінари, навчальні матеріали тощо. «Цікава наука» — YouTube-канал, що містить переклад й озвучення науково-популярних та освітніх відео на різні наукові теми з фізики, астрономії, біології, географії та математики. «Мій клас» — портал, що пропонує понад 7000 завдань з 6 навчальних предметів, теоретичний матеріал, завдання. «UROK-UA» — освітній портал, на якому розміщено навчально-методичні матеріали з усіх шкільних предметів для вчителів, зокрема підручники, навчальні посібники, методичні рекомендації, збірники завдань, конспекти уроків, пре-

зентації, дидактичний матеріал. “MozaBook” — інтерактивний програмний комплекс, що урізноманітнює інструментарій шкільних уроків ілюстраційними, анімаційними та творчими презентаціями. Комплекс платний для використання, але є можливість завантажити 30-денну безкоштовну DEMO-версію і спробувати всі функції програми.

Варто виділити також каталог електронних освітніх ресурсів Київського університету імені Бориса Грінченка (urok.ipro.kubg.edu.ua) — каталог електронних освітніх ресурсів містить розробки презентацій, відео, конспектів до уроків, що створюються вчителями шкіл та розміщуються на сайті.

Загалом у результаті бесід з викладачами, які здійснюють фахову підготовку майбутніх учителів математики та інформатики, нами було розроблено таку класифікацію вебресурсів, що пропонують освітній контент з математики та інформатики.

1. Освітні вебресурси для аудиторної роботи з майбутніми учителями математики та інформатики:

— хостинги для зберігання медіафайлів (YouTube, Lectr.Com та ін.);

— системи створення й зберігання навчальних матеріалів (карти знань (пам’яті), інфографіка, інтерактивні кросворди, тестові середовища (LearningApps, Gloster, Merlot II та ін.), онлайн-сервіси для створення й зберігання презентацій, зокрема із застосуванням скрайбінгу (Prezi, Moovly, PowToon);

— системи спільного створення різнотипних документів, орієнтовані на організацію спільної роботи з текстовими, табличними документами, презентаціями тощо (Google-документи і таблиці, Google-календар, Google-групи тощо);

2. Освітні вебресурси для самостійної й позааудиторної роботи майбутніх учителів математики та інформатики:

— вебресурси для організації проєктної діяльності майбутніх учителів (<http://wave.google.com>; <http://myhappyplanet.com>; <http://www.busuu.com>);

— системи дистанційного навчання (наприклад, <https://elearning.kubg.edu.ua>);

— системи віртуального спілкування (Вікі-технологія, вебтрейнінг, вебконференція, вебінар, вебфорум, блог, чат).

3. Освітні вебресурси для науково-дослідної роботи майбутніх учителів математики та інформатики:

1) інституційний репозиторій (репозиторії Інституту прикладної математики і механіки НАН України, Інституту математики НАН України, Інституту прикладних проблем механіки і математики імені Я.С. Підстригача НАН України, Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Інституту проблем штучного інтелекту МОН та НАН України й навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного аналізу» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та ін.);

2) електронна бібліотека (Бібліотека Інституту математики НАН України), Національний музей математики США, музей математики «Сад Архімеда» (Італія) тощо;

3) електронне періодичне наукове видання (наукові фахові видання категорії «А» МОН України: “Algebra and Discrete Mathematics”, “Methods of Functional Analysis and Topology”, “Theory of Stochastic Processes”, «Журнал математичної фізики, аналізу, геометрії», “Information Technologies and Learning Tools”, “Carpathian Mathematical Publications”, “Mathematical Modeling and Computing”, “Journal of Mathematical Sciences”, “Ukrainian Mathematical Journal”, “Radio Electronics, Computer Science, Control”).

Слід зазначити, що особливе значення для реалізації дистанційного навчання мають електронні навчальні курси (ЕНК). Як зазначає Н. Морзе, ЕНК — це комплекс навчально-методичних матеріалів та освітніх послуг, створених для організації індивідуального й групового навчання з використанням технологій дистанційного навчання, що реалізується засобами ІКТ, у якому навчальний матеріал подається у структурованому вигляді [9]. Зазначимо, що метою використання ЕНК є надання учасникам освітнього процесу послуг шляхом застосування ІКТ та інноваційних технологій відповідно до наявних стандартів, програм тощо.

У результаті бесід з викладачами нами узагальнено основні переваги використання ЕНК, зокрема: розширення можливостей доступу різних категорій учасників освітнього процесу до навчального контенту; забезпечення індивідуалізації освітнього процесу;



підвищення якості освітнього процесу; реалізація моніторингу якості освіти.

Слід зазначити, що ЕНК бвають двох типів: ресурси, призначені для подання студентам змісту навчального матеріалу (наприклад, конспекти лекцій, мультимедійні презентації лекцій, аудіо- та відео-матеріали, методичні рекомендації тощо); ресурси для закріплення вивченого матеріалу, набуття професійних та загальних компетентностей, самооцінювання навчальних досягнень (завдання, тестування, анкетування, форуми тощо), у тому числі з використанням технологій Веб 2.0, Веб 3.0 [10].

Уважаючи, що ЕНК стали фактично найважливішим засобом реалізації дистанційного навчання протягом 2020 р., ми попросили викладачів і студентів оцінити якість ЕНК (рис. 1.3.10а–1.3.10б).

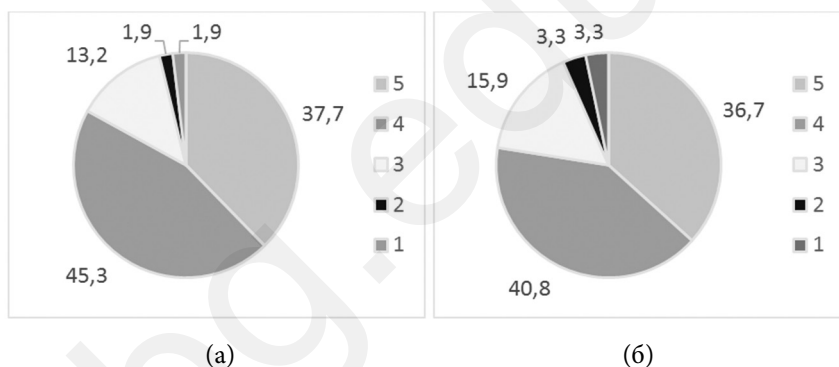


Рис. 1.3.10. Оцінка якості ЕНК (%):

а) — викладачами; б) — студентами

Як бачимо, студенти та викладачі у цілому однаково оцінюють якість ЕНК. Разом із тим 17,0 % викладачів вважає якість ЕНК доволі низькою. Крім того, кожного п'ятого студента (22,5 %) вкрай не задовольняє якість ЕНК.

Критичне ставлення до якості ЕНК спонукає нас звернути увагу на загальні проблеми дистанційного навчання. Для цього викладачам і студентам запропоновано здійснити ранжування наявних проблем за таким принципом: 1 — найбільш вагома проблема, 5 — найменш вагома проблема (табл. 1.3.3).

Таблиця 1.3.3

СТАВЛЕННЯ ВИКЛАДАЧІВ І СТУДЕНТІВ  
ДО ПРОБЛЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Проблеми	Викладачі	Студенти
Брак формування практичних навичок	1	2
Міжособистісна комунікація	2	4
Перевантаженість завданнями	3	1
Слабке врахування рівня наявних знань студентів з дисципліни	4	3
Несвоечасність перевірки виконаних завдань та їх оцінювання	5	5

За  $U$ -критерієм Манні — Уїтні отримано  $U_{\text{емп}} = 12,5$ ,  
 $U_{\text{кр}} = \begin{cases} 4, & p \leq 0,05 \\ 1, & p \leq 0,01 \end{cases}$ , отже, приймаємо гіпотезу  $H_0$ , яка стверджує, що студенти та викладачі у цілому однаково оцінюють проблеми дистанційного навчання.

Окреслимо певні тенденції:

— як для викладачів, так і для студентів актуальною є проблема слабкої можливості дистанційного навчання для формування практичних навичок;

— студенти і викладачі однаково впевнені, що несвоечасність перевірки виконаних завдань та їх оцінювання не є найвагомішою проблемою дистанційного навчання;

— викладачі вважають міжособистісну комунікацію запорукою реалізації якісного навчання. На думку мобільного «комп'ютеризованого» молодого покоління, слабка міжособистісна комунікація при реалізації дистанційного навчання не є вагомою проблемою;

— дистанційне навчання окреслило ще одну суттєву проблему — надмірна перевантаженість студентів завданнями. Як свідчить практика, викладачі не завжди враховують наявні можливості студентів для опанування навчального матеріалу: час для самостійного вивчення матеріалу та виконання завдань, різний рівень підготовленості студентів (у т. ч. психологічної) та ін.

Цікаво також було дослідити переваги дистанційного навчання (табл. 1.3.4).

Таблиця 1.3.4

СТАВЛЕННЯ ВИКЛАДАЧІВ І СТУДЕНТІВ  
ДО ПЕРЕВАГ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Переваги	Викладачі	Студенти
Об'єктивність та неупередженість	1	4
Створення умов для реалізації самостійної роботи студентів	2	1
Самоменеджмент освітньої (професійної) діяльності	3	3
Варіативність освітніх ресурсів	4	5
Однакові умови для всіх	5	2

Так само, як і при аналізі попереднього питання, за допомогою U-критерію Манні — Уїтні отримано  $U_{\text{емп}} = 12,5$ , приймаємо гіпотезу  $H_0$ , яка стверджує, що студенти та викладачі в цілому однаково оцінюють переваги дистанційного навчання. Однак наявні певні закономірності:

— як викладачі, так і студенти вважають, що дистанційне навчання надає можливості для реалізації самостійної навчальної роботи студентів;

— респонденти однаково ставляться до такої переваги дистанційного навчання як самоменеджмент освітньої (професійної діяльності);

— викладачі й студенти суголосні в тому, що варіативність освітніх ресурсів не є найголовнішим чинником якості освітнього процесу;

— на об'єктивність та неупередженість більше звертають увагу викладачі;

— реалізація навчання на засадах однакових умов для всіх найбільш значуща для студентів.

Реалізація дослідження дає змогу дійти таких висновків.

1. Обґрунтовано доцільність використання програм “Maple”, “Mathematica”, “Maxima”, GSP, “GeoGebra”, “GRAN”, DG та ін. у контексті потужності інструментарію, кола завдань, вільного поширення, оновлення тощо. Визначено 19 комп’ютерних інструментів, що закладено в програми динамічної математики (калькулятор, побудова точки, прямої, променя, відрізка, кола, побудова середини відрізка, бісектриси тощо). Здійснено аналіз методичного інструментарію програм динамічної математики (покрокова анімація, створення власних інструментів, установлення позначок на об’єкті тощо). Окреслено перелік актуальних проблем учителів математики та інформатики при використанні спеціалізованого програмного забезпечення. Наведено можливі шляхи вирішення.

2. Аналіз комп’ютерного інструментарію ПДМ MathKit, GeoGebra (програми вибрані як найбільш популярні за результатами опитування майбутніх учителів математики і вчителів-практиків) дав змогу визначити шляхи автоматизації контролю математичних знань: безпосередня перевірка цілісності конструкції; покрокова демонстрація розв’язання; використання спеціальних інструментів контролю на базі програм динамічної математики. Установлено, що форма контролю суттєво впливає на розподіл студентів за рівнями навчальних досягнень — при виконанні письмових робіт успішність студентів вища, ніж при комп’ютерній перевірці знань на базі програм динамічної математики.

3. Аналіз освітянської практики в умовах соціального дистанціювання дає змогу стверджувати, що змішане навчання є найбільш оптимальним форматом реалізації сучасного освітнього процесу (про це висловилося 52,8 % викладачів і 45,0 % студентів). Викладачам більше притаманний консервативний дух — вони підтримують традиційний формат, при якому аудиторне навчання перевищує дистанційне. Для студентів більш зручною є перевага дистанційного навчання над аудиторним. Як викладачі, так і студенти вважають, що суто дистанційне навчання не є ефективним. На думку викладачів, навчання варто реалізовувати тільки в аудиторії. Здійснення виключно аудиторного навчання підтримує кожен десятий студент.

До перспектив дальших наукових пошуків зараховуємо організацію самостійної роботи майбутніх учителів математики та інформатики засобами цифрових технологій.

## ДЖЕРЕЛА

1. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 / кол. авт.: М. Мазорчук (осн. автор), Т. Вакуленко, В. Терещенко, Г. Бичко, К. Шумова, С. Раков, В. Горох та ін.; Український центр оцінювання якості освіти. К.: УЦОЯО, 2019. 439 с.

2. Годованюк Т.Л. Методична підготовка майбутніх учителів математики: теорія і практика: монографія. Умань: Сочінський М.М. 2019. 316 с.

3. Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning. (2018). URL : [http://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/council-recommendation-on-key-competences-for-lifelong-learning\\_en](http://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/council-recommendation-on-key-competences-for-lifelong-learning_en) (accessed: 28.08.2020).

4. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ: колективна монографія / [колектив авторів]; за ред. В.Ю. Бикова, О.П. Пінчук. К.: ФОРМ Ямчинський О.В., 2019. 186 с.

5. Семеніхіна О.В., Прошкін В.В. Застосування комп'ютерних математичних інструментів у процесі професійної підготовки майбутніх учителів математики. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2018. № 4. С. 61–73.

6. Khoruzha L., Proshkin V. Determining the readiness of teachers and students for distance learning and further prospects for its development. *Theoretical and Practical Aspects of Distance Learning. DLCC2020*. 2020 (прийнято до друку).

7. Міністерство цифрової трансформації. Цифрова грамотність населення України 2019. URL: [https://osvita.diaa.gov.ua/uploads/0/585-cifrova\\_gramotnist\\_naselenna\\_ukraini\\_2019\\_compressed.pdf](https://osvita.diaa.gov.ua/uploads/0/585-cifrova_gramotnist_naselenna_ukraini_2019_compressed.pdf) (дата звернення: 10.11.2020).

8. Організація освітнього процесу в школах України в умовах карантину: аналітична записка / [Л. Гриневич, Л. Ільч, Н. Морзе, В. Прошкін, І. Шемелинець, К. Линьов, Г. Рій]. К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2020. 76 с.

9. Дзябенко О., Морзе Н., Василенко С., Варченко-Троценко Л., Вембер В., Бойко М., Воротникова І., Смірнова-Трибульська Є. Інноваційні педагогічні методики в цифрову епоху. К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2020. 261 с.

10. Положення про ЕНК: порядок створення, сертифікації та використання у системі е-навчання Київського університету імені Бориса Грінченка. URL: [https://kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/vdd/documenty/rozdil\\_7/nakaz\\_318\\_08.05.19.pdf](https://kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/vdd/documenty/rozdil_7/nakaz_318_08.05.19.pdf) (дата звернення: 12.09.2020).