

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Відокремлений структурний підрозділ

«Криворізький фаховий коледж Національного авіаційного університету»

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

**для викладачів**

**зі створення та використання**

**мобільного навчального середовища**

**з вищої математики**

Кривий Ріг

2023

УДК 004.7:(372.851+378.147)

Схвалено Науково-методичною Радою комунального закладу вищої освіти «Дніпровська академія неперервної освіти» Дніпропетровської обласної ради», НМР КЗВО «ДАНО» ДОР», протокол від \_\_\_202\_ року № \_\_\_

Укладач – Кислова М. А., викладач, к.пед.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист.

Рецензент – Єчкало Ю. В., к.пед.н., доцент кафедри фізики КНУ

---

---

Методичні рекомендації для викладачів зі створення та використання мобільного навчального середовища з вищої математики: Укладач М. А. Кислова – Кривий Ріг, 2022. – 41 с.

Дана методична розробка призначена для викладачів навчальних закладів та носить характер методичних рекомендацій зі створення та використання мобільного навчального середовища з вищої математики.

## Зміст

<b>ВСТУП.....</b>	<b>3</b>
<b>ОСНОВНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>5</b>
2.1 Теоретичні основи створення мобільного навчального середовища .....	5
2.2 Практичні аспекти організації роботи у мобільному навчальному середовищі.....	15
2.3 Приклад практичної реалізації роботи в мобільному навчальному середовищі.....	22
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>34</b>
<b>ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА .....</b>	<b>36</b>

## Вступ

**Актуальність.** Соціально-економічні зміни, що відбуваються у суспільстві, «...потребують якісно нового рівня підготовки фахівців різного профілю. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) стають потужним інструментом в усіх сферах суспільного життя, зокрема і у сфері освіти» [4]. В Україні поступово відбувається усвідомлення важливості інформатизації освіти як складової інформатизації суспільства. Протягом останніх років спостерігається значне прискорення темпів інформатизації освіти.

Пріоритетним завданням наразі є «...створення такого інформаційного суспільства, в якому б кожна людина могла вільно створювати та накопичувати інформацію і знання та мати до них вільний доступ для реалізації власного потенціалу» [1]. Для виконання даного завдання необхідне впровадження ІКТ у різні сфери життєдіяльності людини, забезпечення ІКТ-компетентності населення шляхом створення системи освіти, що базується на використанні ІКТ у формуванні всебічно розвиненої особистості.

Як зазначається в Національній стратегії розвитку освіти в Україні [2]: «...пріоритетним напрямком розвитку освіти є впровадження сучасних ІКТ, що забезпечують удосконалення навчально-виховного процесу та доступність освіти». Для реалізації цього необхідно сформувати інформаційне освітнє середовище на основі забезпечення учасників навчально-виховного процесу засобами ІКТ, вільного доступу закладів освіти до електронних освітніх ресурсів, розробки та впровадження систем підтримки навчання та управління освітою.

Для підготовки висококваліфікованого сучасного інженера необхідна якісна фундаментальна підготовка, що є основою фахової підготовки інженера.

В підготовці бакалаврів вища математика відіграє важливу роль, тому що всі прикладні задачі розв'язується саме за допомогою методів математичного моделювання. Математична підготовка відіграє особливу роль у підготовці майбутніх інженерів, оскільки опанування методів математичного моделювання надає бакалаврам можливість ефективно застосовувати набуті знання на практиці,

чітко розуміючи способи застосування того чи іншого математичного методу при розв'язанні професійних задач.

В деяких наших роботах ми зазначаємо, що «...застосування особистісно орієнтованого підходу до навчання ставить у центр уваги особистість активного та мобільного здобувача освіти і вимагає переходу від усередненого для усіх здобувачів освіти навчального середовища навчального закладу до персоналізованого навчального середовища» [4]. Таке середовище розвивається зі зміною навчальних потреб здобувача освіти, адаптується до місця та умов навчання й налаштовується як викладачем, так і здобувачем освіти.

Формування такого середовища стало можливим із появою мобільних апаратних та програмних засобів ІКТ, застосування яких створює умови для організації дистанційного та мобільного доступу як до електронних освітніх ресурсів, так і до засобів навчання, розміщених у мережі.

**Мета дослідження** – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити методичні основи створення математичного навчального середовища у підготовці майбутніх фахівців.

**Об'єкт дослідження** – навчання вищої математики бакалаврів.

**Предмет дослідження** – методичні основи створення математичного навчального середовища у підготовці майбутніх фахівців.

Дана методична розробка містить рекомендації викладачам навчальних закладів щодо створення та використання мобільного навчального середовища з вищої математики.

Основним поняттям даного дослідження є поняття мобільного навчального середовища з вищої математики. В своїй розробці ми притримуємось такого означення: «...предметне мобільне навчальне середовище – це предметне навчальне середовище, спрямоване на задоволення навчальних потреб суб'єктів навчання у будь-який час та у будь-якому місці, центром якого є той, хто навчається» [3].

## Основна частина

### 2.1 Теоретичні основи створення мобільного навчального середовища

Для зручності роботи мобільне навчальне середовище з вищої математики рекомендуємо створювати за допомогою сервісу Google Apps Education Edition, який містить веб-додатки на основі хмарних технологій, що надають викладачам та здобувачам освіти інструменти для спільної роботи та спілкування.

Перевагами використання саме сервісу Google Apps Education Edition в побудові мобільного навчального середовища з вищої математики є:

«– мінімальні вимоги до програмного забезпечення (обов'язковою умовою є лише наявність доступу в Інтернет);

– хмарні технології не вимагають витрат на придбання та обслуговування спеціального програмного забезпечення (доступ до математичних можливий через вікно браузера);

– даний сервіс підтримують всі операційні системи та клієнтські програми, що використовуються здобувачами освіти та викладачами;

– робота з середовищем, створеним в Google Apps Education Edition можлива за допомогою будь-якого мобільного пристрою, який має вихід в Інтернет (таким чином забезпечується мобільність навчального середовища);

– всі інструменти Google Apps Education Edition безкоштовні» [4].

Основними он-лайнними сервісами Google Apps Education Edition, які можуть використовуватись викладачами та здобувачами освіти для роботи, є:

«– групи Google – інструмент для керування та групової роботи на форумах та за допомогою списків розсилки – використовуються для організації спільної роботи;

– документи Google – віртуальний офіс, що надає можливості створення, та зберігання документів, електронних таблиць, презентацій – перевагою є можливість доступу до документів з будь-якого пристрою, підключеного до інтернету;

– сайти Google – конструктор сайтів з можливістю розміщення відомостей будь-якого формату – текстового, відео- та аудіо інформації тощо;

– Google відео – розміщення відеороликів навчального призначення – лекції з вищої математики, динамічні моделі з окремих тем тощо;

– Google диск – єдиний простір для зберігання навчальних відомостей в будь-якому форматі з можливістю доступу до них всіх учасників навчального процесу та їх спільної роботи» [4].

Крім вищеперерахованих інструментів загального призначення на сервісі Google Apps Education Edition навчальне середовище з вищої математики має містити такі засоби:

1) засоби навчальної комунікації (Moodle, Scype, e-mail, відеоконференції та відеолекції тощо);

2) засоби управління навчанням (Moodle, ММС «Вища математика»);

3) засоби підтримки математичної діяльності (Sage, GeoGebra, ММС «Вища математика», табличні процесори тощо).

Головною перевагою такого мобільного навчального середовища, як зазначається у роботі [5], «...є можливість для кожного користувача підбирати компоненти середовища, орієнтуючись на власні потреби та можливості; якщо окремих компонент з певних причин не працює, або до нього в даний момент немає доступу, або він просто незручний для користувача, то є можливість обрати інший компонент, що задовольнить користувача». Так, наприклад, якщо тимчасово немає доступу до ММС «Вища математика», то використовувати можна електронні версії лекцій, що можуть бути розміщені у файловій системі Google, СДГ GeoGebra з метою розробки моделі процесу розв'язування задачі або табличним процесором Google Spreadsheets для виконання обчислень. В цьому полягає ще один напрям розвитку мобільного навчального середовища з вищої математики – розвиток засобів ІКТ – змінюється засіб ІКТ – розвивається МНС. Кожна зміна певним чином впливає на змістово-засобові компоненти мобільного навчального середовища з вищої математики, що надає нові якості його мобільності.

Елементи мобільного навчального середовища з вищої математики створюються та розміщуються в такому середовищі за допомогою різних засобів ІКТ.

Для вивчення дисципліни «Вища математика» інформаційно-комунікативні технології використовують для:

- 1) подання навчального матеріалу;
- 2) проведення обчислень;
- 3) відпрацювання умінь та навичок;
- 4) управління навчанням;
- 5) контролю;
- 6) організації самостійної роботи здобувачів освіти» [4].

Для реалізації **першого напряму** (подання навчального матеріалу) доцільно використовувати навчальні посібники у електронному вигляді, лекційні презентації, лекційні демонстрації.

Навчальні посібники в електронному вигляді мають відповідати типовій навчальній програмі дисципліни та надавати можливість здобувачам освіти самостійно засвоювати відповідний навчальний матеріал. Основою навчального посібника в електронному вигляді може бути конспект лекцій викладача, розміщений на сервері або на іншому загальнодоступному електронному вузлі.

При цьому навчальний посібник у електронному вигляді має подавати навчальні відомості, організовувати відпрацювання основних алгоритмів, контроль рівня знань, організовувати інформаційно-пошукову діяльність, математичне та імітаційне моделювання, комп'ютерну візуалізацію та сервісні функції.

Як зазначається у дослідженні [5], основними вимогами до побудови навчального посібника в електронному вигляді є: «...чіткий розподіл на тематичні структурні одиниці; кожна структурна одиниця повинна містити такі компоненти, як теоретичний матеріал, контрольні питання з теми, що викладається, приклади застосування одержаних знань, задачі для самостійної роботи; мають існувати гіперпосилання між різними структурними одиницями для можливості переходу



від однієї теми до іншої; повинна надаватись можливість користувачеві обирати послідовність вивчення матеріалу; формат підручника повинен надавати можливість компонувати його в єдиний електронний комплекс, користувач (викладач) повинен мати змогу легко розширювати і доповнювати його новою інформацією різних напрямків».

*Лекційна презентація* – «...це комп'ютерна презентація (набір послідовних сторінок – слайдів, на кожній з яких можна розмістити будь-який текст, малюнки, схеми, відео-, аудіо- фрагменти, анімацію, використовуючи при цьому різні елементи оформлення: відео, аудіо, 3D-моделі, рисунки, фотографії, текст, анімація, навігація), призначена для використання на лекції» [1].

Сучасні можливості офісних пакетів надають можливість викладачам візуалізувати подання будь-якого матеріалу. Крім того, зростає швидкість подання навчального матеріалу, з'являється можливість інтерактивного подання нового матеріалу та використання динамічних моделей у процесі формування понять.

Лекційна презентація може розроблятись, беручи до уваги багато факторів, таких як: навчальна мета щодо викладання матеріалу; категорії здобувачів освіти, для яких вона розробляється, та змісту матеріалу, що викладається. Від цього залежить успішність використання презентацій в навчанні.

Структуру лекційної презентації з вищої математики представимо у вигляді:

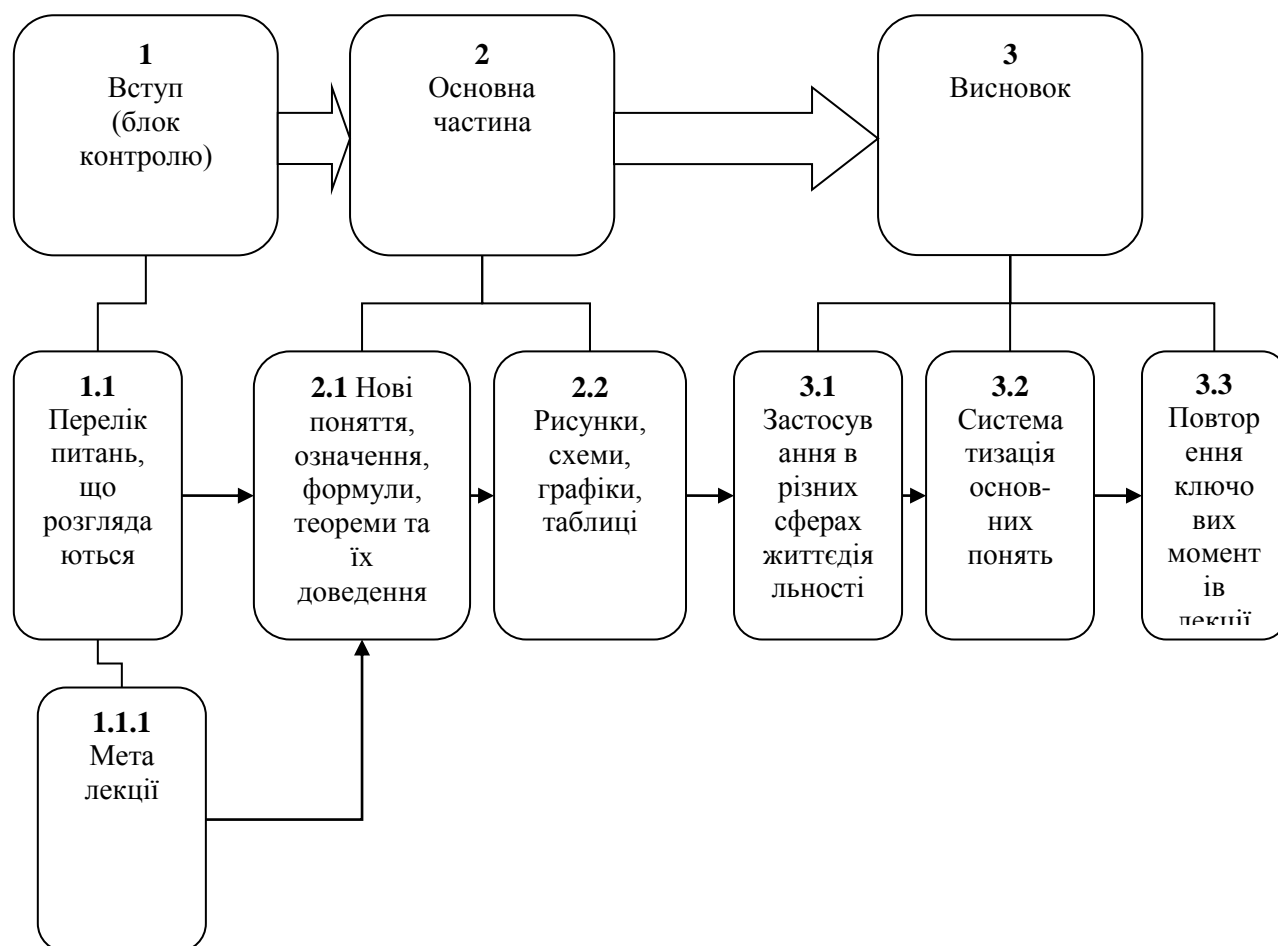


Рис. 1. Структура лекційної презентації

Лекційна презентація реалізує один із головних дидактичних принципів – принцип наочності, що полягає у створенні у тих хто навчається чіткого уявлення про те що вивчається, а також сприяє переходу від сприйняття конкретних об’єктів до сприйняття абстрактних понять про них, крім того відбувається полегшення розуміння змісту математичних методів та алгоритмів.

*Лекційні демонстрації* – «...це програми з графічним інтерфейсом і напівавтоматичним управлінням, що ілюструють теоретичні поняття, теореми, методи тощо» [1].

Головними можливостями таких засобів є:

- проведення більш різноманітних і більш інформативних лекцій, ніж при класичному методі викладання;
- наведення та аналіз більшої кількості навчальних прикладів, ніж при традиційному викладанні;

- унаочнення пояснення навчального матеріалу;
- показ різних рухомих і швидкоплинних явищ і процесів;
- створення мультимедійних проєктів, що сприятимуть підвищенню якості викладання» [1].

Отже, найпоширенішими засобами подання навчального матеріалу є:

- навчальні посібники в електронному вигляді (створюються за допомогою MS Word, Acrobat, LaTeX, Excel, CorelChart, Adobe Dimension, 3D-Studio Max MathCad, Content Management System);

- лекційні презентації (створюються за допомогою MS Power Point, Windows Movie Maker, StarOffice Impress, Corel Presentation, Macromedia Director, DemoShield і Matchware Mediator, Macromedia Flash);

- лекційні демонстрації (створюються за допомогою GeoGebra, GRAN1, Gran-2D, GRAN-3D, Sage, Maxima, Maple, Mathematica, MATLAB).

Для реалізації **другого напрямку** (проведення обчислень) доцільно використовувати такі засоби ІКТ: табличні процесори, системи комп'ютерної математики (СКМ), системи динамічної геометрії (СДГ).

При вивченні вищої математики виникає необхідність в обчисленні великих масивів даних. Для їх опрацювання застосовуються такі інформаційні технології, як *табличні процесори* – засоби для створення та опрацювання електронних таблиць.

Електронна таблиця – це спеціальна модель структурування, подання та обробки довільної інформації, тісно пов'язана з текстовими документами та базами даних. Основне призначення електронних таблиць – автоматизація рутинних табличних розрахунків. Відмінними рисами функціональних можливостей табличних процесорів від інших базових систем є:

- широкі можливості з форматування таблиць (вибір форми подання даних у таблиці, визначення типу даних, автоматичне оформлення таблиць і даних і т. д.);

- обчислення (математичні, статистичні, фінансові, функції дати і часу, логічні і т. д.);

- робота з об'єктами ділової комп'ютерної графіки (можливість побудови дво- і тривимірних діаграм);
- виконання функцій баз даних;
- моделювання (пошук оптимальних рішень для багатьох задач управління за допомогою простих вбудованих прийомів);
- програмування за допомогою вбудованих мов макрокоманд і макрофункцій, проектування елементів управління для швидкого запуску створених програм.

*Система комп'ютерної математики (СКМ)* – «...це програмні засоби, за допомогою яких можна автоматизувати виконання як чисельних, так і аналітичних та графічних обчислень і розрахунків» [3].

Основні функціональні можливості: «...ефективне здійснення розрахунків, проведення навчальних та наукових досліджень; моделювання складних технологічних процесів та явищ тощо» [3].

Основні можливості, що надають системи комп'ютерної математики, можна визначити як такі:

- 1) відбувається унаочнення складної теорії, лекційних матеріалів;
- 2) відбувається автоматизація багатьох обчислень з можливістю подальшого унаочнення результатів;
- 3) забезпечується багаторівневий процес навчання;
- 4) підвищується продуктивність та змістовність процесу навчання.

*Системи динамічної геометрії (СДГ)* – це програмні середовища, які надають можливість робити геометричні побудови на комп'ютері таким чином, що при зміні вихідних об'єктів результат змінюється і всі зміни видно на екрані комп'ютера. Активно використовується в навчанні при вивченні різноманітних тем математики. Динамічна модель, що створюється в СДГ, – це модель, яка зберігає не тільки результат побудови, але і вихідні дані та алгоритм. Дуже зручним є момент зміни всіх даних – як геометричних (зміна вибраної точки на графіку чи фігурі) так і аналітичних (зміна початкових даних). І результат цих змін тут же, в динаміці, видно на екрані комп'ютера.

Найпоширенішими засобами для проведення обчислень є:

- табличні процесори (Microsoft Excel, Corel Quattro, Lotus)
- СКМ (Maxima, Maple, Mathematica, MATLAB, Mathcad, Sage, та ін.)
- СДГ (GeoGebra, Cabri, Sinderella, Next, GRAN1, Gran-2D, GRAN-3D, DG,

Dr. Geo, WebAlmir).

Для реалізації **третього напрямку** (відпрацювання умінь та навичок) доцільно використовувати тренажери.

*Тренажери* – це програми, які використовуються для формування та закріплення навичок, необхідних для подальшої роботи. Основним призначенням тренажерів, згідно з дослідженням [3], «...є осмислення і закріплення теоретичного матеріалу, контроль знань з теми дослідження; тренажери містять не тільки інформаційну частину, але і програмні засоби, що надають можливість проводити навчання і контроль за сценаріями, заданими викладачем чи розробником навчального комп'ютерного тренажера».

Повноцінні тренажери повинні забезпечувати:

- демонстрацію розв'язування;
- режим навчання (покрокового розв'язування), в якому робота здобувача освіти контролюється і спрямовується на кожному кроці розв'язування, виводяться підказки, і проводиться корекція невірних кроків;
- режим контролю, в якому тренажер не втручається в розв'язування і констатує тільки результат.

Найпоширенішими засобами відпрацювання умінь та навичок є тренажери, які можна створювати за допомогою Maxima, Maple, Mathematica, MATLAB, Mathcad, WEB-СКМ, Sage, GeoGebra, Cabri, SketchPad, Sinderella, GRAN1, Gran-2D, GRAN-3D, DG, GCLC, WebAlmir.

Для реалізації **четвертого напрямку** (управління навчанням) доцільно використовувати системи управління навчанням.

*Система управління навчанням* (англ. e-Learning Management System (LMS)) використовується для розробки, зберігання і організації спільного доступу до електронних навчальних матеріалів мережею Інтернет, забезпечення широких

комунікативних можливостей викладачів і здобувачів освіти, проведення тестування і навчально-адміністративної роботи.

Система управління навчанням повинна забезпечувати:

- «...– централізоване й автоматизоване управління навчальним процесом;
- використання технологій самообслуговування і самоуправління;
- швидкість та зручність формування й доставки інформації;
- масштабованість (здатність системи до розширення і збільшення обсягів оброблюваної інформації);
- веб-орієнтованість та використання технологій веб-додатків, коли клієнтом виступає браузер, а сервером – веб-сервер;
- підтримку мобільності та відповідність усім існуючим стандартам» [3].

Основним завданням LMS є надання можливості організації процесу навчання, при якому відбувається поєднання традиційного та електронного навчання в електронному дистанційному навчальному середовищі. Найпоширенішими системами управління навчанням є такі системи, як Blackboard, Moodle, аTutor, Claroline, Прометей.

Для реалізації **п'ятого напрямку** (контролю) доцільно використовувати системи управління навчанням, тестові системи, авторські системи.

*Тестові системи* – це програми, що використовуються для проведення всіх видів контролю.

На сьогоднішньому етапі розвитку ІКТ все більш актуальними стають різноманітні комп'ютерні тестові системи, здатні доповнити або замінити традиційні методи контролю і методики викладання. Завдяки комп'ютерним тестовим системам стало набагато зручніше проводити тестування у всіх сферах, де застосовувалися і застосовуються звичайні тести, наприклад, у дистанційній освіті.

Тестові та контролюючі засоби навчання призначені для реалізації функції контролю засвоєння знань на різних етапах навчання (від поточного контролю до підсумкової оцінки готовності здобувачів освіти).

*Авторські системи (authoring tools)* – інструментальні засоби, які використовуються для комп'ютеризації творчої роботи. Їх можна розглядати як програмні системи, призначені для розв'язування задач, пов'язаних зі створенням комп'ютерних освітніх засобів. За видом задач, які виконуються, розрізняють дві групи авторських систем – локальні (орієнтовані на реалізацію обмеженого кола робіт) та комплексні (призначені для реалізації широкої сукупності взаємопов'язаних задач).

Отже, основними засобами контролю є:

- системи управління навчанням (aTutor, Blackboard, Claroline, Moodle);
- тестові системи (WINSTEPS, MyTest, Hot Potatoes, OpenTEST);
- авторські засоби.

Для реалізації **шостого напрямку** (організації самостійної роботи здобувачів освіти) використовуються всі засоби, розглянуті вище.

Під самостійною роботою розуміють роботу здобувачів освіти, «...яка планується та виконується під керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі. Такий вид роботи необхідний не тільки для вивчення певної дисципліни (а саме, вищої математики), але й для формування навичок самостійної роботи загалом, у навчальній, науковій, професійній діяльності, умінні приймати на себе відповідальність, самостійно вирішувати проблему, знаходити конструктивні рішення, вихід із кризової ситуації тощо» [3].

Тобто, самостійна робота здобувача освіти полягає у вивченні навчального матеріалу, для чого він використовує електронні підручники, лекційні презентації, лекційні демонстрації. Також здобувач освіти самостійно проводить обчислення та відпрацьовує уміння та навички за допомогою табличних процесорів, СКМ, СДГ, та ін. Також здобувач освіти може самостійно перевірити отримані знання за допомогою комп'ютерних засобів перевірки знань.

## **2.2 Практичні аспекти організації роботи у мобільному навчальному середовищі**

Організація роботи в мобільному навчальному середовищі з вищої математики може відбуватись за наступним алгоритмом:

1) на початку навчального семестру необхідно створити групу для навчання вищої математики за допомогою групи Google;

2) подання навчального матеріалу можливе за допомогою навчальних посібників в електронному вигляді (розміщених в файловій системі Google), лекційних демонстрацій (створених та розміщених в СДГ GeoGebra), лекційних презентацій (створених в Google Drive та розміщених в файловій системі Google);

3) проведення онлайн лекцій можливе за допомогою Google + Hangouts On Air, Skype тощо;

4) після опрацювання лекційного матеріалу проводиться практичне заняття, для чого кожному суб'єкту навчання розсилаються практичні завдання з вищої математики за допомогою електронної пошти; після отримання завдання здобувач освітимає можливість скористатись тренажером для відпрацювання практичних навичок, створеним за допомогою СДГ GeoGebra; електронною таблицею Google Spreadsheets для проведення обчислень та візуалізації залежностей. Проведення практичного заняття та перевірка розв'язаних завдань можливі з використанням Skype з додатком IDroo;

5) перевірка знань здобувачів освіти з певної теми можлива за допомогою комп'ютерних тестів, створених в Microsoft PowerPoint та розміщених в файловій системі Google.

Одним з напрямків розвитку мобільного навчального середовища з вищої математики є розвиток засобів комунікацій різних видів.

Комп'ютерні комунікації, що забезпечують процес передачі відомостей, є невід'ємною складовою всіх ІКТ. У мобільному предметному навчальному середовищі процес комунікації має ряд особливостей порівняно з традиційною



формою спілкування. Основними характеристиками комунікації в межах такого середовища, є:

- опосередкованість – спілкування суб'єктів навчального процесу відбувається за допомогою ІКТ;

- оперативність – своєчасність реакції на поставлені запитання та підняті проблеми, отримання відповідного повідомлення, завантаження розв'язаної задачі або проблеми. Інформаційно-комунікативні технології якраз і надають можливість всім суб'єктам навчального процесу отримувати необхідні відомості, що забезпечує мінімум втрат часу при спілкуванні, надають можливості спілкування в on- і off-line режимах роботи;

- індивідуальність – вибір власного співрозмовника та режиму спілкування або навчання;

- корпоративність – спілкування в групах за інтересами, можливо конфіденційне;

- масовість – спілкування в мобільних навчальних середовищах може поширюватися на підключення будь-якої необмеженої кількості здобувачів освіти;

- доступність – будь-яка відкрита тема може бути доступна для обговорення будь-якій кількості здобувачів освіти;

- незалежність від часу і місця – головна відмінна риса мобільності сучасних засобів комунікації;

- розподіленість – використання для спілкування співрозмовників, що знаходяться в будь-якій точці країни, планети через мережу Інтернет;

- віртуальність – створення своєрідного простору спілкування для обговорення всіх аспектів навчальних та наукових проблем;

- естетичність – формування культури спілкування, вміння стисло, грамотно і коректно висловити свою думку;

- багатоаспектність – це така комунікація в створеному просторі, що сприяє різносторонньому обговоренню проблем чи задач, куди можуть бути застосовані міжпредметні зв'язки, використані відомості з інших областей знань;

– багатосторонність – можливість для створення комунікації не тільки для двох суб'єктів навчального процесу, а й участь для здобувачів освіти всієї команди (групи) в миттєвому обговоренні проблем або задач з можливістю розширення аудиторії за рахунок будь-яких користувачів, зацікавлених в обговоренні поставленого питання;

– технологічність – наявність мережевих комп'ютерних технологій та різноманітних готових програмних продуктів.

Організація взаємодії викладачів та здобувачів освіти в мобільному предметному навчальному середовищі відбувається не тільки при дистанційному навчанні (комунікація поза навчальним закладом та навчальна комунікація поза навчальним закладом), а й при традиційному, очному (комунікація в межах навчального закладу та навчальна комунікація в межах навчального закладу), в рамках якого у викладача і здобувача освіти є можливість широкого використання засобів електронної пошти, аудіо- та відео- конференцій та інших ресурсів для комунікації. Сучасні ІКТ надають можливість індивідуалізувати та активізувати навчальний процес. Методи традиційної освіти отримують новий розвиток завдяки розвитку засобів ІКТ. Так, навчальний матеріал може бути представлений на сайті в електронному вигляді. Індивідуальне спілкування може реалізовуватись в основному через електронну пошту. Технології чатів, відео- та електронних конференцій, форумів надають можливість проводити як колективні обговорення, дискусії, так і тривалі за часом віртуальні електронні семінари, конференції, виконання проектів та інших видів робіт, що вимагають спілкування.

Можна вирізнити кілька напрямів інструментальних засобів комунікації: це і безпосередньо сама глобальна мережа Інтернет з усіма своїми перевагами, і аудіо- і відео-трансляції, це і електронна пошта, месенджери та ін. Ці засоби надають можливість викладачам і здобувачам освіти двосторонньо використовувати різноманітні навчальні відомості (від викладача до здобувача освіти та навпаки), працювати над вирішенням різноманітних проблем та задач, публікувати та обговорювати спільно свої ідеї або коментарі, розв'язувати задачі

в режимі реального часу з можливістю миттєвого обговорення, приймати участь у веденні різноманітних проектів, просто спілкуватися з друзями та колегами.

Мережа Інтернет – це можливість отримувати цілодобовий доступ до електронних освітніх ресурсів. За допомогою Web-сервера навчального закладу можуть бути надані необхідні відомості для організації навчального процесу (розклад занять, графік проведення консультацій тощо), навчальні матеріали з різних напрямів навчання, а також посилання на корисні ресурси (електронні бібліотеки, освітні портали тощо).

Найпоширенішими засобами розміщення будь-яких відомостей та організації всього навчального процесу в умовах сучасних комп'ютерних комунікацій є портали і сайти, які є програмно-технологічними комплексами, засобами, що містять інформаційно-методичні ресурси.

Електронною поштою (e-mail) є найпоширеніша останнього часу система комунікації для передачі та отримання повідомлень різного характеру (як особистих, так і навчальних (ділових)). Головною перевагою електронної пошти є простота та надійність використання. Електронна пошта може використовуватися як для комунікації двох користувачів, так і для організації такої комунікації з великою кількістю користувачів. Електронна пошта відноситься до засобів дистанційного доступу, що надаються комп'ютерними мережами. Електронна пошта надає можливість користувачам обмінюватись текстовими, графічними та аудіоповідомленнями. Доставка довільних повідомлень або матеріалів для навчання відбувається практично миттєво, що надає можливість користувачам регулярно підтримувати оперативне спілкування. Електронна пошта надає можливість організації віртуальних навчальних класів. Наприклад, в мережі Інтернет використання режиму «список розсилки» (mailing lists), надає можливість за допомогою встановленого на сервері програмного забезпечення спілкуватись усім суб'єктам навчального процесу. Кількість різноманітних списків розсилки (проблених груп) може досягати досить великого числа і обмежиться лише технічними можливостями задіяного апаратного забезпечення. У кожній створеній навчальній або проблемній групі встановлюються та

повідомляються правила та способи роботи з розсилкою та отриманням повідомлень. Після оголошення правил така група починає свою роботу. Кожне повідомлення, що надходить до групи від довільного користувача цієї групи, автоматично надсилається всім учасникам. Головним організатором та модератором обговорення всіх проблем, що посають перед учасниками групи, є викладач. Електронна пошта – це можливість створення такого собі не невербального спілкування всіх учасників навчального або іншого процесу: вони не прив'язані до місця та за часом до обговорення. Кожен може висловити свою думку в будь-який час та у будь-якому місці.

Здобувачі освіти можуть використовувати електронну пошту для отримання необхідних навчальних відомостей з мережі Інтернет, для отримання консультацій та самопідготовки.

Прикладом електронної пошти, що може використовуватись для роботи в мобільному навчальному середовищі, є корпоративна пошта Gmail в Google Apps. Основними плюсами такої пошти є – наявність необмеженого простору для зберігання відомостей, можливість корпоративного доступу, розширені можливості електронної пошти.

Електронна конференція – така навчальна комунікація як в межах навчального закладу, так і поза ним, яка подібно електронній пошті може використовуватися для плідної співпраці здобувачів освіти та викладачів. Електронним засобом спілкування тут також є електронна пошта або чітко обумовлений форум або чат, в якому надається можливість письмового висловлення своїх думок, розпочати дискусію та побачити реакцію інших учасників комунікації. Електронні конференції - це не лише можливість отримання текстових повідомлень від учасників групи, а й інші види інформації – графічну, аудіо тощо. Програмне забезпечення залежить від режиму використання електронної конференції. Застосування режиму електронної конференції вимагає управління (модерування) з боку викладача або адміністратора мережі. Робота можлива в режимі реального часу (синхронний зв'язок), наприклад, при використанні системи IRC (Internet Relay Chat або Chat Room).

В мобільному навчальному середовищі з вищої математики можна використовувати такі засоби для створення відеоконференцій та спілкування, як GoogleMeet/Zoom.

З освітньою метою засоби комунікації використовуються в таких напрямках:

1) використання відкритих, безкоштовних і вільних електронних ресурсів – мережеві спільноти обміну знаннями та соціальні мультимедійні сервіси можуть бути використані як джерело навчальних матеріалів, для зберігання відео-, фото-, аудіоархіву і творчих робіт здобувачів освіти;

2) спільна діяльність учасників навчального середовища – мережа Інтернет та хмарні технології відкривають можливості для участі здобувачів освіти у фахових наукових спільнотах, для спільної навчальної діяльності здобувачів освіти різних міст, для колективного обговорення практичних робіт тощо.

3) створення навчальних матеріалів для публікації їх в мережі Internet – публікація матеріалів в мережі для консультацій і отримання додаткових знань, для організації дистанційного навчального курсу.

Перераховані Internet-ресурси є комунікаційною основою навчального середовища, інструментальними засобами взаємозв'язку між викладачем і здобувачем освіти. Вони надають можливість комунікації здобувачів освіти між собою як в межах навчального закладу, так і поза ним.

В навчанні вищої математики використовуватимемо такі засоби комунікації:

– Skype – використовується для навчальної комунікації наступним чином: готується текст (лекція, практичне завдання) за допомогою текстових редакторів, LaTeX, потім відбувається демонстрація свого екрану всім учасникам відеоконференції за такою схемою:

1. Необхідно зателефонувати абоненту (одному або декільком), яким необхідно показати свій екран;

2. Після з'єднання з абонентом необхідно натиснути кнопку «+» в меню дзвінка та вибрати параметр «Демонстрація екрану»;

3) В діалоговому вікні, що з'явилося, необхідно натиснути кнопку «Почати», щоб показати весь екран;

4) Змінити налаштування демонстрації екрану можна в будь-який час, натиснувши значок «Налаштування демонстрації екрану»;

5) Для завершення демонстрації екрану необхідно натиснути «Зупинити показ».

Кожен учасник відеоконференції може демонструвати свій екран, але лише по черзі. Одночасна демонстрація екрану декількома учасниками неможлива.

– IDroo – додаток для програми Skype, який надає можливість роботи на віртуальній дошці. В даному додатку є можливість завантаження графічних відомостей, є редактор формул. Одночасно можна працювати з декількома віртуальними дошками з різними учасниками. Є можливість зберігати дані в файл, а потім знову відкривати для продовження роботи. Так, практичні завдання з вищої математики здобувач освіти виконує на своєму комп'ютері, відкривши програму IDroo, зберігає її в файл, а потім, при проведенні онлайн заняття завантажує її для перевірки викладачем.

– GoogleMeet– використовується для навчальної комунікації як засіб для створення відеолекцій та проведення вебінарів за такою схемою:

1) необхідно зайти в свій акант Google та натиснути «Почати відеозустріч в прямому ефірі»;

2) у вікні налаштувань створити список учасників відеоконференції за допомогою вікна «Глядачі» – всі учасники отримають повідомлення про час та тему лекції;

3) в призначений час натиснути кнопку «Почати» та розпочати лекцію.

Даний сервіс надає можливості показувати глядачам екран та окремі вікна, документи з Documents та відео з YouTube.

## 2.3 Приклад практичної реалізації роботи в мобільному навчальному середовищі

Отже, організацію роботи в мобільному математичному навчальному середовищі ми рекомендуємо вести за таким алгоритмом:

1) на початку роботи необхідно створити групу для навчання вищої математики за допомогою групи Google;

Рис. 2. Реєстрація групи Google

2) подання навчального матеріалу можливе за допомогою навчальних посібників в електронному вигляді (розміщених в файловій системі Google), лекційних демонстрацій (створених та розміщених в СДГ GeoGebra), лекційних презентацій (створених в Google Drive та розміщених в файловій системі Google);

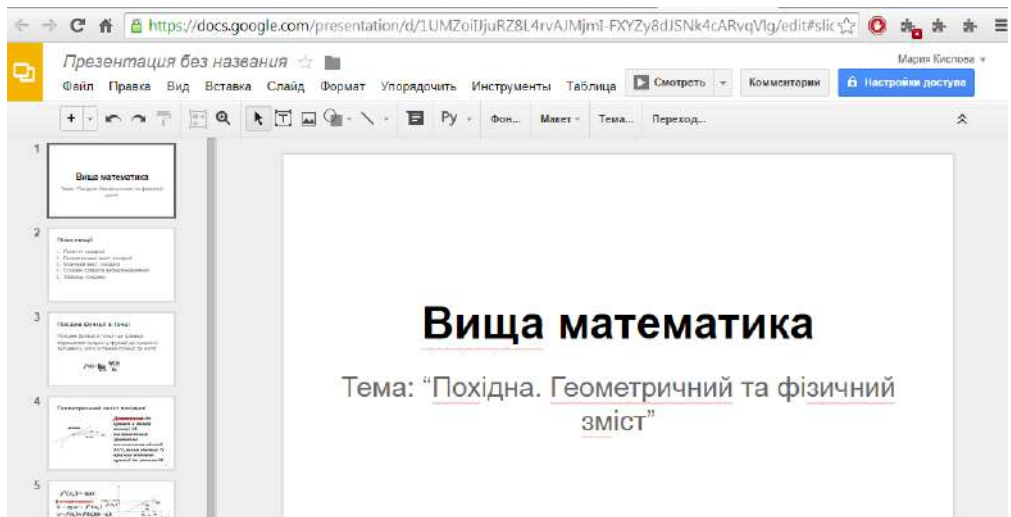


Рис. 3. Створення лекційної презентації в Google Drive

3) проведення онлайн лекцій можливе за допомогою Google Meet, Zoom, Skype тощо;

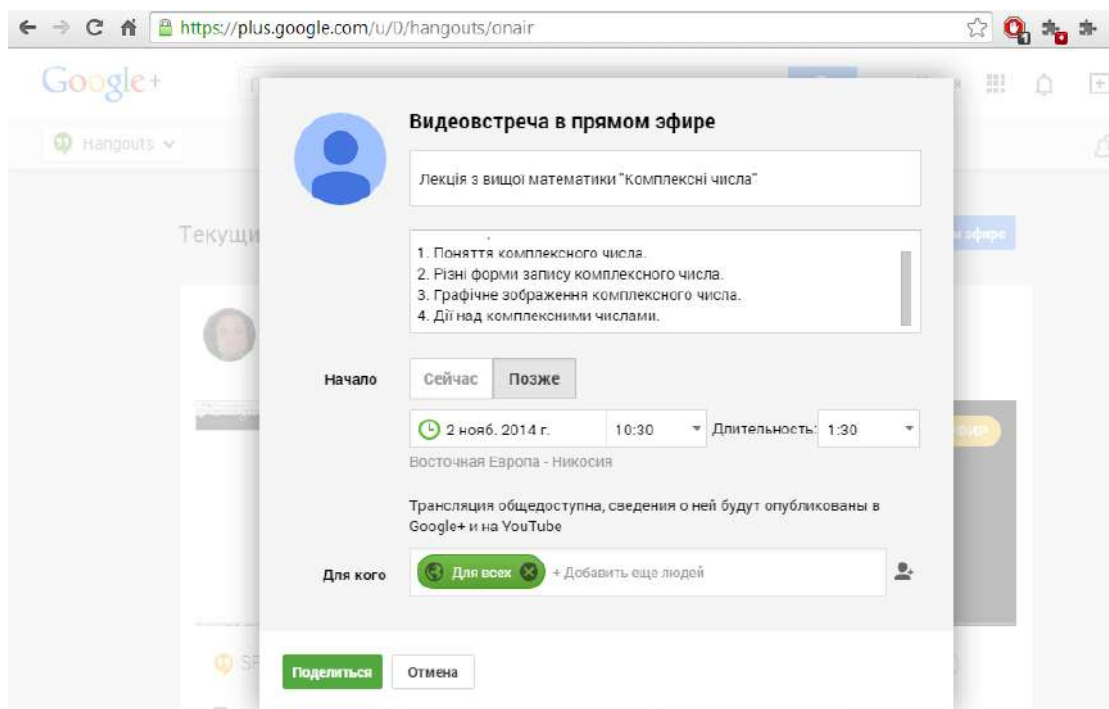


Рис. 4. Створення відеоконференції в Google + Hangouts On Air



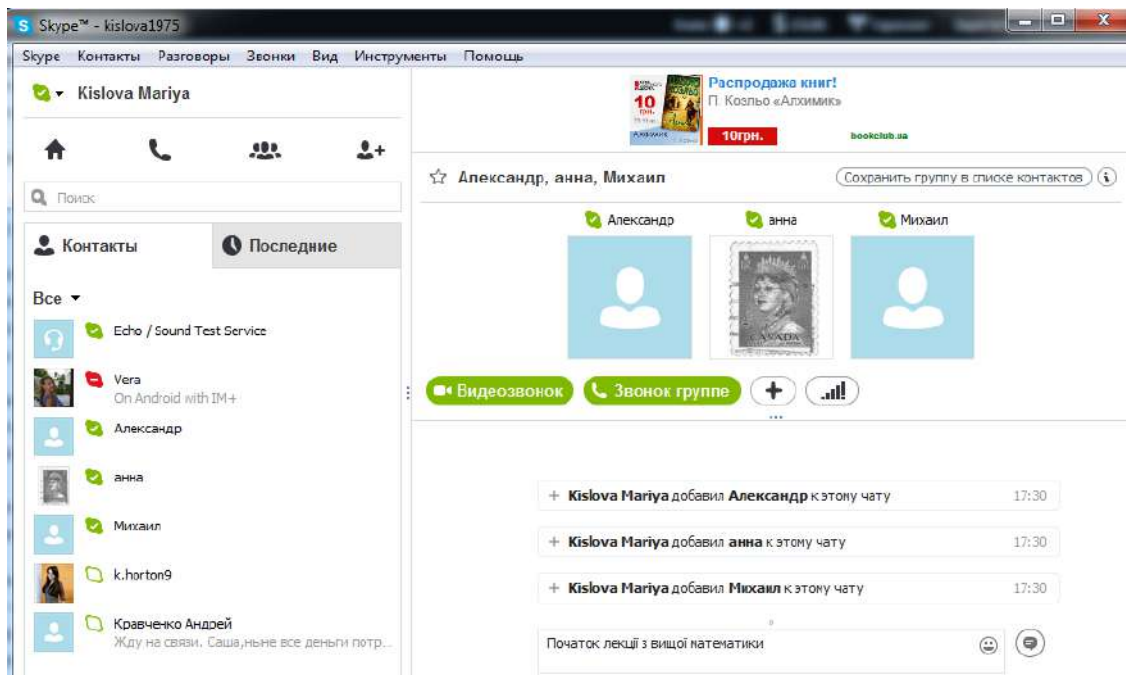


Рис. 5. Створення відеоконференції за допомогою Skype

4) після опрацювання лекційного матеріалу проводиться практичне заняття, для чого кожному суб'єкту навчання розсилаються практичні завдання з вищої математики за допомогою електронної пошти; після отримання завдання здобувач освіти має можливість скористатись тренажером для відпрацювання практичних навичок, створеним за допомогою СДГ GeoGebra; електронною таблицею Google Spreadsheets для проведення обчислень та візуалізації залежностей. Проведення практичного заняття та перевірка розв'язаних завдань можливі з використанням Skype з додатком IDroo;

5) перевірка знань здобувачів освіти з певної теми можлива за допомогою комп'ютерних тестів, створених в Microsoft PowerPoint та розміщених в файловій системі Google.

Основними напрямками використання ІКТ в навчанні вищої математики є: подання навчального матеріалу; проведення обчислень; відпрацювання умінь та навичок; забезпечення контролю; управління процесом навчання; організації самостійної роботи здобувачів освіти. Розглянемо можливості створення та розміщення елементів мобільного навального середовища з вищої математики за допомогою різних засобів ІКТ.

### *Подання навчального матеріалу*

Подання навчального матеріалу, як розглядалось вище, здійснюється за допомогою лекційних презентацій, лекційних демонстрацій, навчальних посібників в електронному вигляді.

Продемонструємо можливості використання хмарних офісних засобів для реалізації навчального посібника в електронному вигляді з вищої математики.

Найпростішим та найдоступнішим хмарним офісним засобом є Google Docs, побудований на технології AJAX. Google Writely - це можливість створювати гіпертексттекстовий матеріал, розміщувати картинки, схеми, таблиці, а також оприлюднювати документи у мережі Інтернеті. Google Cloud Connect for Microsoft Office надає можливість зберігати документи Microsoft Office у хмарному сховищі Google Docs безпосередньо з Microsoft Word, PowerPoint та Excel.

Для створення навчального посібника в електронному вигляді в Microsoft Word достатньо скористатись таким алгоритмом:

– необхідний для навчання теоретичний лекційний матеріал готуємо в довільному текстовому редакторі;

– оформлюємо заголовки за допомогою стилів у вкладі «Стилі» пункту меню «Головна»;

– створення навігації за допомогою вкладки «Вигляд» команда «Схема документу» (рис. 6) (надає можливість користувачеві переходити до довільного розділу навчального посібника без перелистування сторінок);

– додавання до документу змісту, за допомогою вкладки «Посилання» команда «Зміст» (рис. 7) (надає можливість користувачеві відкрити необхідний розділ одразу, як було відкрито посібник.

Синхронізація посібника в електронному вигляді з Google Docs виконується автоматично або за запитом.

Наведемо приклад створення лекційної демонстрації за допомогою СДГ GeoGebra для теми «Комплексні числа. Дії над комплексними числами» бакалаврами різних напрямків навчання.

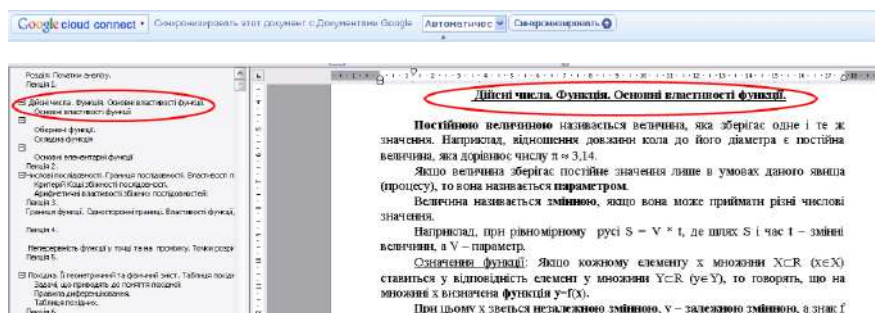


Рис. 2.6. Створення навігації в електронному підручнику

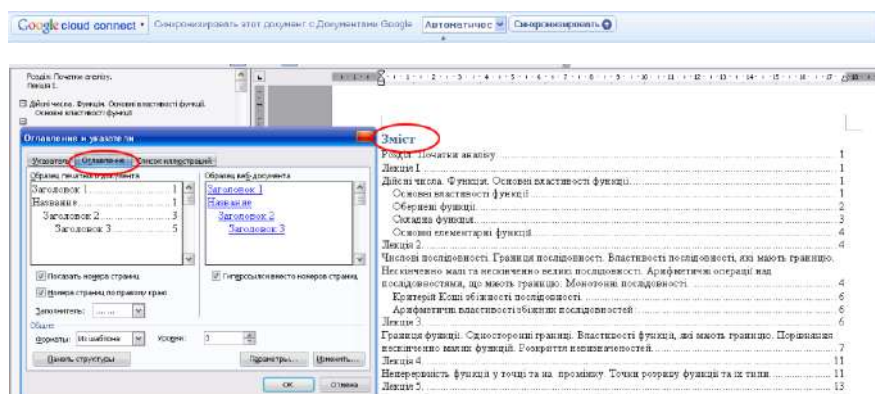


Рис. 7. Створення змісту посібника в електронному вигляді

Для створення лекційної демонстрації за допомогою СДГ GeoGebra необхідно на робочому столі розмістити назви різних форм запису комплексного числа та створити повзунки, що відповідають числам  $a, b$  в алгебраїчному запису комплексного числа. Наступним кроком в створенні моделі є реалізація різних записів комплексного числа. Для цього при проведенні запису необхідно прив'язати дані числа до модуля та аргумента комплексного числа. Для цього зручно скористатись рисунком – ілюстрацією комплексного числа.

Таким чином, для розуміння того, що будь-яке комплексне число може бути записане в трьох різних формах: алгебраїчна, тригонометрична та показникова, пропонується така модель:

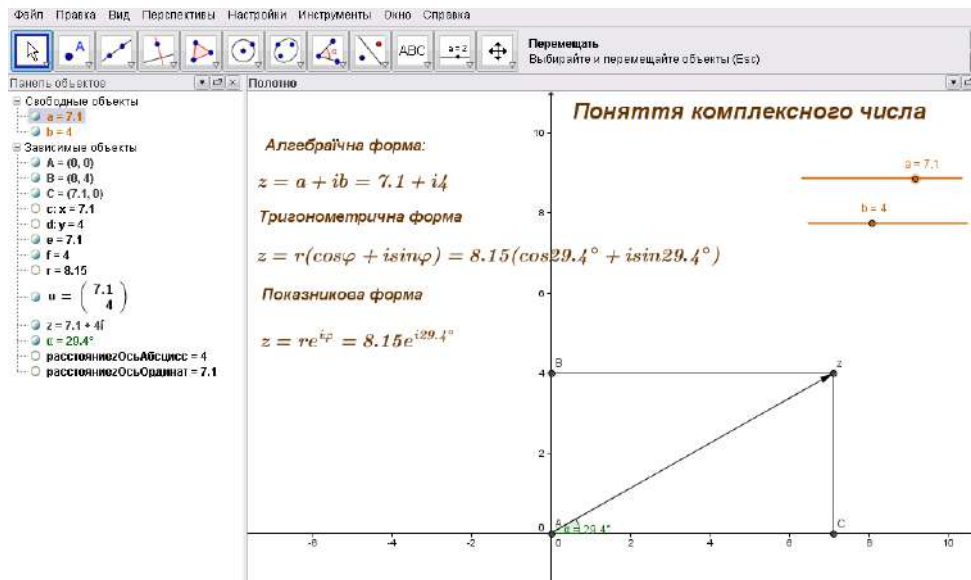


Рис. 8. Динамічна модель «Поняття комплексного числа»

При зміні значень  $a$  і  $b$  відбувається зміна в усіх трьох записах числа. Так, змінивши ці константи, одержимо:

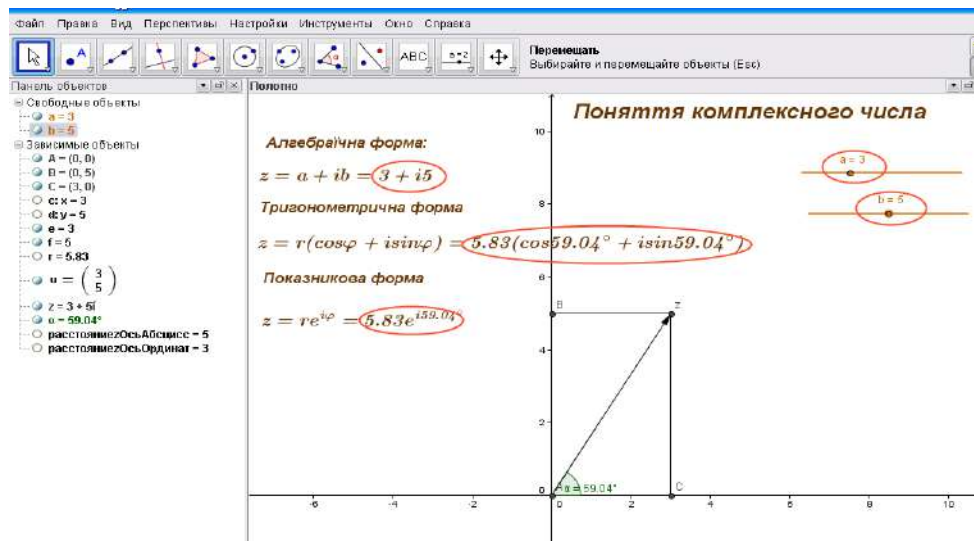


Рис. 9. Зміна вигляду комплексного числа

До того ж, у здобувача освіти є можливість розглянути у даній моделі геометричну інтерпретацію комплексного числа.

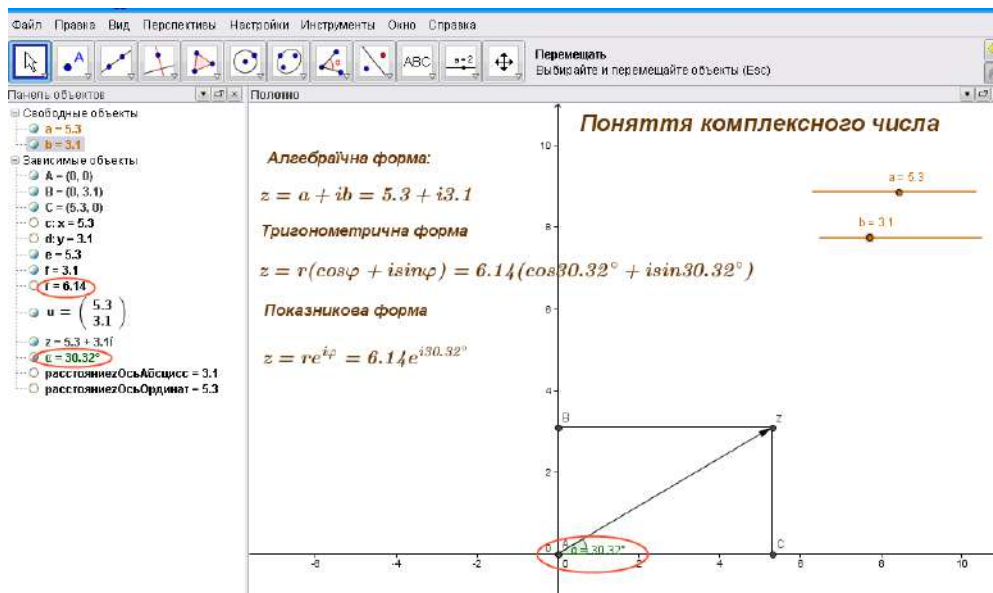


Рис.2.10. Геометрична інтерпретація комплексного числа

### Проведення обчислень

Проведення обчислень можливе за допомогою табличних процесорів, СКМ та СДГ.

У процесі вивчення вищої математики виникає необхідність у здійсненні громіздких обчислень. Використання таких засобів ІКТ, як табличні процесори (електронні таблиці), надає можливість автоматизувати обчислювальний процес розв'язання задач прикладної спрямованості, при цьому головна увага приділяється постановці задачі, створенні математичної моделі та інтерпретації результатів обчислювального експерименту.

Найпопулярнішим хмарним табличним процесором є Google Spreadsheets. Розглянемо приклад його використання для розв'язання задач лінійної алгебри.

**Задача.** Розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою оберненої матриці та методом Крамера:

$$\begin{cases} 1.84x + 2.25y + 2.53z = -6.09, \\ 2.32x + 2.6y + 2.82z = -6.98, \\ 1.83x + 2.06y + 2.24z = -5.52. \end{cases}$$

**Розв'язання.** Обчислення будемо проводити за допомогою електронної таблиці Google Spreadsheets.

Введемо дані значення коефіцієнтів системи рівнянь в комірки A2:C4 – матриця A і в комірки D2:D4 – матриця B (рис. 11).

Розв’яжемо систему методом оберненої матриці.

Знайдемо матрицю, обернену матриці A. Для цього в комірку A9 введемо формулу =MINVERSE(A2:C4). Після цього виділимо діапазон A9:C11, починаючи з комірки, що містить формулу. Натиснемо клавіші Ctrl+Shift+Enter. Формула вставиться як формула масиву =ArrayFormula(MINVERSE(A2:C4)). Знайдемо добуток матриць  $A^{-1}$  та B. В комірки F9:F11 введемо формулу: =MMULT(A9:C11;D2:D4) як формулу масиву. Одержимо в комірках F9:F11 корені системи (рис. 12).

fx   -5,52				
	A	B	C	D
1	Коефіцієнти системи рівнянь			Вільні члени
2	1,84	2,25	2,53	-6,09
3	2,32	2,6	2,82	-6,98
4	1,83	2,06	2,24	-5,52

Рис. 11. Введення коефіцієнтів системи

fx   =MMULT(A9:C11;D2:D4)						
	A	B	C	D	E	F
1	Коефіцієнти системи рівнянь			Вільні члени		
2	1,84	2,25	2,53	-6,09		
3	2,32	2,6	2,82	-6,98		
4	1,83	2,06	2,24	-5,52		
5						
6	Метод оберненої матриці					
7						
8	Обернена матриця				Корні рівняння	
9	-25,429553	-295,18900	400,343642		X1	5,38831619
10	62,1993127	873,367697	-1169,7594		X2	-17,828178
11	-36,4261161	-562,02749	749,140893		X3	9,52920962

Рис. 12. Розв’язування системи методом оберненої матриці

Розв’яжемо систему методом Крамера. Спочатку обчислимо визначник основної матриці системи, увівши у комірку B15 формулу =MDETERM(A2:C4). Потім обчислимо визначники матриці шляхом заміни одного стовпця на стовпець вільних коефіцієнтів. У комірку B16 введемо формулу =MDETERM(D15:F17). У

комірку B17 введемо формулу =MDETERM(D19:F21). У комірку B18 введемо формулу =MDETERM(D23:F25). Потім знайдемо корені системи, для чого в комірку B21 введемо: =B16/\$B\$15, у комірку B22 введемо: =B17/\$B\$15, у комірку B23 введемо: =B18/\$B\$15. Після чого одержимо результати, представлені на рисунку 13.

fx   =MDETERM(D15:F17)						
	A	B	C	D	E	F
13	<b>Метод Крамера</b>					
14				<b>Матриця для обчислення D1</b>		
15	Визначник	-0,000582		-6,09	2,25	2,53
16	D1=	-0,003136		-6,98	2,6	2,82
17	D2=	0,01037600		-5,52	2,06	2,24
18	D3=	-0,005546		<b>Матриця для обчислення D2</b>		
19				1,84	-6,09	2,53
20	<b>Корні рівняння</b>			2,32	-6,98	2,82
21	X1	5,38831619		1,83	-5,52	2,24
22	X2	-17,828178		<b>Матриця для обчислення D3</b>		
23	X3	9,52920962		1,84	2,25	-6,09
24				2,32	2,6	-6,98
25				1,83	2,06	-5,52

Рис. 13. Розв'язування системи методом Крамера

### *Відпрацювання практичних навичок*

Як зазначалось вище, відпрацювання практичних навичок можливе за допомогою тренажерів, які створюються за допомогою СКМ та СДГ. СКМ та СДГ використовуються для створення динамічних моделей різних видів математичних задач. Створення таких моделей аналогічне створенню лекційних демонстрацій.

### *Контроль знань*

За допомогою Microsoft PowerPoint можна розробляти засоби для тренування та тестування, що забезпечують контроль засвоєння знань на різних етапах навчання. Основними перевагами Microsoft PowerPoint для розробки тестів є:

- розробник не обов'язково повинен володіти навичками програмування;
- можливість створювати тести як для перевірки знань, так і відпрацювання навичок;
- може містити як слайди із завданнями, так і слайди з навчальними відомостями (підказки);

– можливість створення тесту що передбачає: вибір єдиної правильної відповіді (з перемикачами); вибір кількох правильних відповідей (з прапорцями); встановлення відповідностей (з переміщуваними об'єктами); встановлення правильної послідовності.

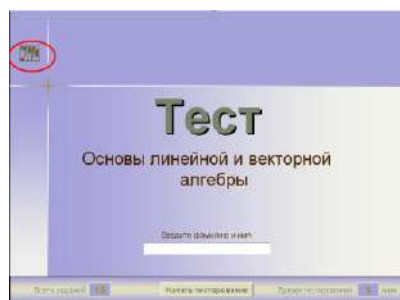
– у будь-який момент розробки тесту можна додавати або видаляти потрібні слайди та міняти порядок їх розташування;

– кількість варіантів відповідей для вибору може бути різною на різних слайдах.

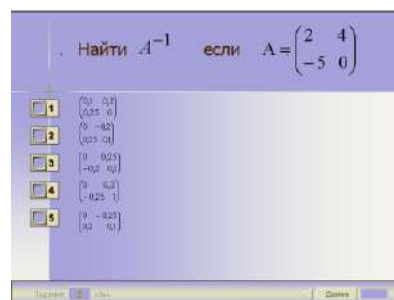
Крім того, при використанні Microsoft PowerPoint передбачено можливість виводу підсумків тестування у прихований текстовий файл, що надає можливість контролювати та узагальнювати результати тестування за допомогою «Менеджера тестування».

Для створення тесту за допомогою Microsoft PowerPoint перед початком роботи необхідно встановити додаток «Конструктор для створення тестів в редакторі презентацій Microsoft PowerPoint». Після встановлення цього додатку з'явиться шаблон для тестів, що містить такі основні компоненти: головне вікно та вікно висновків (які є обов'язковими та не можуть бути видалені), слайди із завданнями (з вибором однієї відповіді та з вибором декількох відповідей) та навчальними відомостями (дані види слайдів можна копіювати та видаляти) (рис. 14).

Для задання правильної відповіді та параметрів тестування необхідно скористатись відповідним значком у головному вікні тесту (рис. 14 а) після першого запуску програми тестування.

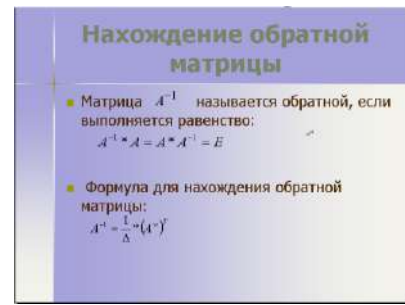
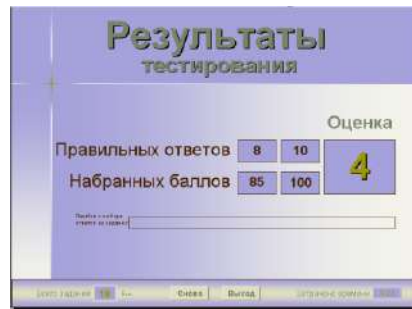


а) головне вікно



в) слайд з завданням





б) слайд 3 висновками  
 г) слайд для подання необхідних відомостей

Рис. 14. Види шаблонів слайдів для створення тесту

Налаштування параметрів тестування відбувається у панелі «Тестування», яка встановлюється на початку першого проходження тесту (рис. 15). При виборі підпункту «Правильні відповіді» викладач одержує можливість вказати правильну відповідь на те чи інше питання або завдання (рис. 16):

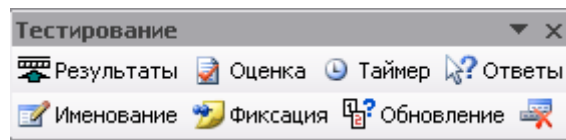


Рис. 15. Панель тестування

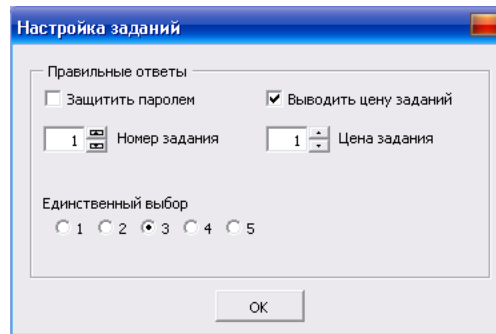


Рис. 16. Встановлення правильної відповіді

Після введення всіх параметрів тестування та правильних відповідей бажано встановити пароль для попередження доступу здобувачів освіти до налаштування та відповідей. Останнім кроком у створенні тестів за допомогою Microsoft PowerPoint є збереження результатів у файлі з розширенням .pps (з підтримкою макросів).

Отже в мобільному навчальному середовищі з вищої математики можлива робота за усіма напрямками навчальної діяльності.

## Висновки

У відповідності до поставленої мети даного дослідження отримано такі основні **результати**: визначено засоби підвищення якості математичної підготовки майбутніх інженерів; виділено засоби ІКТ навчання вищої математики, використання яких сприятиме підвищенню якості математичної підготовки бакалаврів; уточнено поняття мобільного навчального середовища; розроблено мобільне навчальне середовище з вищої математики; вказано шляхи розвитку такого середовища; розроблено методичку використання розвинутого мобільного навчального середовища з вищої математики бакалаврів.

Отримані результати дослідження дають підстави зробити висновки:

1. На основі аналізу підготовки бакалаврів у закладах освіти, підвищення якості математичної підготовки майбутніх інженерів забезпечується:

1) прикладною спрямованістю навчання;

2) використанням сучасних засобів ІКТ для подання навчального матеріалу; проведення обчислень; тренування (відпрацювання основних алгоритмів); забезпечення контролю; управління процесом навчання; організації самостійної роботи здобувачів освіти.

2. В результаті педагогічного проектування мобільного навчального середовища з вищої математики розроблено модель мобільного навчального середовища, центральною складовою якої є здобувач освіти, що взаємодіє в межах середовища з іншими здобувачами освіти та викладачами, за допомогою засобів навчальної комунікації, засобів управління навчанням та засобів підтримки математичної діяльності.

3. Основними шляхами розвитку мобільного навчального середовища з вищої математики у навчанні майбутніх інженерів є:

– розвиток змісту навчання з урахуванням прикладної спрямованості вищої математики майбутніх інженерів;

– розвиток компонентів предметного мобільного навчального середовища з вищої математики;

– розвиток засобів мобільного навчального середовища з вищої математики із розвитком мобільних ІКТ;

– розвиток професійної компетентності викладачів для забезпечення їх ефективної роботи в предметному мобільному навчальному середовищі з вищої математики

4. Навчання курсу вищої математики з використанням розвиненого мобільного навчального середовища у навчанні бакалаврів надає можливість: розширити його моделями, дослідження яких без застосування мобільного навчального середовища викликає утруднення; підвищити наочність подання теоретичного матеріалу; організувати напівавтоматичне оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти та автоматичне укладання навчальних завдань; розширити комунікативне поле «здобувач освіти – викладач» за межі навчального закладу.

## Використані джерела

1. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища сучасних педагогічних систем / В. Ю. Биков, Ю. О. Жук // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти : зб. наук. пр. – 2003. – № 1(5). – С. 64–76.

2. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки [Електронний ресурс]. – [2011]. – 37 с. – Режим доступу :

<http://www.mon.gov.ua/images/files/news/12/05/4455.pdf>

3. Кислова М. А. Розвиток мобільного навчального середовища як проблема теорії та методики використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті [Електронний ресурс] / Кислова Марія Алімівна, Семеріков Сергій Олексійович, Словак Катерина Іванівна // Інформаційні технології і засоби навчання, 2014. – № 4(42). – С. 1-22. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/>.

4. Кислова М. А. Міжпредметні зв'язки курсів вищої математики та загальної фізики у навчанні інженерів-електромеханіків / М. А. Кислова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 200–203.

5. Кислова М. А. GeoGebra – засіб створення динамічних моделей в навчальному середовищі / М. А. Кислова // Наукові записки. – Випуск 4. – Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – С. 36–40.