

Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи

Вступ. Здійснити підготовку якісно нової генерації фахівців, у яких професіоналізм і компетентність поєднуються з широтою мислення та неординарністю підходів до наукових, виробничих і життєвих проблем, можливо лише за умови організації і забезпечення навчальної та наукової роботи у вищих навчальних закладах на рівні, який відповідає запитам сучасного інформаційного суспільства.

Математика і вища математична освіта в сучасних умовах відіграє особливу роль у підготовці майбутніх спеціалістів у галузі математики, інформатики, комп'ютерних та інформаційних технологій, техніки, виробництва, економіки, управління як у плані формування певного рівня математичної культури, інтелектуального розвитку, так і в плані формування наукового світогляду, розуміння сутності практичної спрямованості математичних дисциплін, оволодіння методами математичного моделювання. При цьому рівень цієї підготовки повинен надати можливість студентам у майбутньому створювати і впроваджувати нові технології, теоретична база яких може бути ще не розробленою під час навчання.

Одним з реальних шляхів інформатизації навчального процесу, підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців, активізації навчально-пізнавальної і науково-дослідної діяльності студентів ВНЗ, розкриття їхнього творчого потенціалу, збільшення ролі самостійної та індивідуальної роботи, за словами М.І. Жалдака, є створення і широке впровадження в повсякденну педагогічну практику нових *комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання* (КОМСН) на принципах поступового і неантагоністичного, без руйнівних перебудов і реформ, вбудовування інформаційно-комунікаційних технологій у діючі дидактичні системи, гармонійного поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, не заперечування і відкидання здобутків педагогічної науки минулого, а, навпаки, їх удосконалення і посилення, в тому числі і за рахунок використання досягнень у розвитку комп'ютерної техніки і засобів зв'язку" [1]-[2].

Проблеми створення і впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математики, інформатики, фізики у середніх і вищих навчальних закладах досліджували М.І. Жалдак, Ю.С. Рамський, О.М. Гончарова, В.І. Клочко, Н.В. Морзе, С.О. Семеріков, В.П. Сергієнко, З.С. Сейдаметова, Є.М. Сміронова-Трибульська, О.В. Співаковський, С.А. Раков, Ю.В. Триус, Є.Ф. Вінниченко, Ю.В. Горошко, О.Б. Жильцов, Т. В. Зайцева, Т.П. Кобильник, Т.Г. Крамаренко, В.С. Круглік, Ю.Г. Лютюк, М.С. Львов, І.В. Лупан, А.В. Пеньков, Ю.І. Сінько, О.А. Смалько, С.В. Шокалюк та інші.

У статті розглянуто основні проблеми, протиріччя і тенденції розвитку математичної освіти; основні підходи, концепції і поняття, на яких ґрунтуються комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання; сучасні підходи до створення методичних систем навчання різних дисциплін; особливості комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін; сучасний стан і перспективи їх використання у реальному навчальному процесі.

1. Основні проблеми, протиріччя і тенденції розвитку математичної освіти. Поява нових інформаційних технологій, їх швидкий розвиток і розповсюдження, привели до осмислення і вирішення нових задач вищої освіти, таких як інформатизація і комп'ютеризація навчального процесу, комп'ютерна грамотність та інформаційна культура. Методи інформатики та інформаційні технології проникають у глибини математики, впливають на стиль, зміст і методи математичної роботи, збагачують її та розширюють сфери застосування.

На жаль ці прогресивні процеси відбуваються на фоні поглиблення негативних тенденцій в математичній освіті, серед яких варто виділити:

- поглиблення розриву між рівнем математичних знань випускників загальноосвітніх навчальних закладів і вимогами вищих навчальних закладів до їхньої математичної та інформаційно-комп'ютерної підготовки;
- поглиблення розриву між рівнем математичних знань випускників ВНЗ і об'єктивними потребами сучасної науки, техніки, економіки, виробництва, інших галузей людської діяльності в умовах становлення і розвитку інформаційного суспільства.

В останні роки сформувалися нові тенденції і підходи до вищої математичної освіти, що виявляють *протиріччя*, котрі формуються і розвиваються в процесі її змін [16]:

1. Породжений бурхливим розвитком науки і техніки ХХ століття "інформаційний бум" спричинив необхідність перебудови вищої освіти в цілому, що обумовило виникнення протиріччя між змістом вищої освіти і реальними потребами суспільства в її результатах.

2. Протиріччя між можливостями студентів, більшість з яких володіє загальними прийомами роботи в сучасних інформаційних середовищах, та методами, засобами й організаційними формами навчання, що їм пропонуються у вищих навчальних закладах.

3. Сучасні педагогічні технології, методи розвиваючого і особистісно-орієнтованого навчання недостатньо використовуються в практиці навчання математичних дисциплін у ВНЗ, тому що вимагають для їх впровадження набагато більше інтелектуальних і фізичних зусиль викладачів, використання нових засобів створення навчальних інформаційних ресурсів у порівнянні з традиційними підходами і технологіями навчання. Отже, існує протиріччя між загальними цілями вищої освіти та методами і засобами досягнення цих цілей, що використовуються у навчальному процесі більшості ВНЗ.

4. Вивчаючи математичні дисципліни, студенти опрацьовують великий обсяг теоретичного матеріалу, здобувають необхідні знання, уміння і навички щодо розв'язування типових математичних задач. Однак, потрапляючи до реального середовища професійної діяльності, студенти, як правило, не можуть застосувати отримані знання про існуючі методи і алгоритми пошуку оптимальних або прийнятних розв'язків професійних задач. Невідповідність великого обсягу теоретичного матеріалу умінню використовувати його в нестандартних ситуаціях усе більше загострює протиріччя між репродуктивними і розвиваючими способами навчання.

5. Дидактичні засоби підтримки навчального процесу є одним з найважливіших інструментів у роботі викладачів математичних дисциплін. Кількісна недостатність і мала варіативність цих засобів обмежують бажання викладачів у доборі навчального матеріалу. Так виникає протиріччя між існуючими формами зберігання й передавання методичного та педагогічного досвіду і можливостями, що відкриваються на основі використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Усунення зазначених протиріч є важливою соціально значущою проблемою, вирішення якої буде сприяти підвищенню якості вищої математичної освіти, розвитку інтелектуальних здібностей і формуванню професійної й інформаційної культури майбутніх фахівців у галузі природничо-математичних наук, комп'ютерної техніки, економіки, які будуть жити і працювати в інформаційному суспільстві. Тому пошуку шляхів вирішення цієї складної і багатоаспектної проблеми приділяють значну увагу фахівці у галузі педагогіки і психології, теорії і методики навчання математики та інформатики.

Не дивлячись на те, що у ВНЗ України сьогодні накопичено значний досвід і навчально-методичний матеріал щодо навчання математичних дисциплін, існуючі методичні системи навчання не відповідають достатньою мірою новій освітній парадигмі, положенням Доктрини розвитку освіти України в ХХІ столітті, вимогам Болонського процесу в плані використання інформаційно-комунікаційних технологій для інтенсифікації процесу навчання, розвитку творчого мислення студентів, формування умінь працювати в предметно-орієнтованих інформаційно-комунікаційних середовищах. Тому існує небезпека зниження рівня якості вищої математичної освіти і професійної підготовки майбутніх математиків, системних аналітиків, вчителів математики, а відтак відчувається нагальна потреба в розробці і теоретичному обґрунтуванні концепцій нових методичних систем навчання математичних дисциплін, які будуються на основі сучасних педагогічних й інформаційно-комунікаційних технологій, та експериментальній перевірці їх ефективності при впровадженні у навчальний процес ВНЗ.

Зокрема, вимагають перебудови методичні системи навчання математичних дисциплін, що входять до нормативної і вибіркової частин діючих освітніх стандартів вищої математичної освіти й відносяться до циклу професійної і практичної підготовки: математична логіка і теорія алгоритмів, чисельні методи, методи оптимізації, дослідження операцій, математична економіка, фінансова математика, математичне моделювання і системний аналіз, комп'ютерна математика та інші, при вивченні яких використання ІКТ не лише доцільне, але й необхідне.

Залишаються відкритими питання стосовно створення ефективної інфраструктури інформатизації вищих навчальних закладів, розгортання на цій базі індустрії педагогічних програмних засобів нового покоління (електронних підручників і електронних навчальних курсів, інтелектуальних навчальних систем під Internet), запровадження у ВНЗ системи

формування інформаційної культури всіх учасників освітнього процесу, оскільки без вирішення цих питань на рівні ВНЗ неможливо забезпечити систематичне і комплексне використання ІКТ у навчальному процесі, зробити його комп'ютерно-орієнтованим.

Потребує подальших досліджень проблема інтеграції технологічних компонентів методичних систем навчання математичних дисциплін з освітніми інформаційними середовищами, що розробляються на базі порталних технологій, та їх адаптація під особливості електронного (дистанційного, мобільного) навчання.

Крім зазначених актуальними проблемами в процесі реформування вищої математичної освіти є такі:

- дослідження питання про вплив процесів інформатизації та інтелектуалізації суспільства, економічних, соціальних й інших проблем інформаційного суспільства на зміст математичної та інформаційно-комп'ютерної підготовки майбутніх математиків, інженерів, економістів;

- підвищення ролі та рівня навчання математичних дисциплін, що сприяє формуванню у студентів математичних, комп'ютерних, економічних та інженерних спеціальностей сукупності знань, вмінь, навичок і досвіду щодо відшукування оптимальних розв'язків реальних науково-технічних, соціально-економічних задач, які виникатимуть у сфері їхньої майбутньої професійної діяльності, а також щодо прийняття рішень в умовах невизначеності й ризику;

- розробка дидактичних і програмних засобів підтримки навчання математичних дисциплін на основі проблемно-орієнтованих інформаційних середовищ, web-орієнтованих систем комп'ютерних математики;

- створення комп'ютерно-орієнтованих навчально-методичних комплексів математичних дисциплін, що входять до циклу професійної і практичної підготовки майбутніх математиків, економістів, фахівців у галузі інформатики і комп'ютерної техніки.

2. Основні підходи, концепції і поняття, на яких ґрунтуються комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання. Процес навчання у вищих навчальних закладах – специфічна форма пізнання об'єктивної дійсності, оволодіння суспільно-історичним досвідом людства; двосторонній процес взаємопов'язаних діяльностей викладача (діяльності навчання й діяльності з організації й управління навчальною діяльністю студента) і діяльності студента (учіння), спрямований на оволодіння студентами системою знань з основ наук, вмінь і навичок їх практичного застосування, розвиток творчих здібностей студентів.

Ефективність навчального процесу у ВНЗ залежить від багатьох факторів. Одним з них є його організація на основі сучасних педагогічних концепцій і психолого-педагогічних підходів, що розробляються з урахуванням сучасних тенденції у розвитку вищої школи.

При створенні КОМСН необхідно розглядати відносини “викладач-студент” та “студент-викладач” через такі сучасні підходи [3, 12-14], як: *системний, структурний, діяльнісний, комплексний, творчий, суб'єктно-суб'єктний, диференційований, індивідуальний*, а також *особистісно-орієнтований* [4]-[7] і *компетентнісний підходи* [8], [9].

Важливу роль у теорії та практиці вищої школи відіграють сучасні *педагогічні концепції*, що мають, як правило, світовий характер. Вони народжуються в одній або кількох передових країнах як вагоме оновлення системи навчання та виховання, а згодом передаються в інші країни, підхоплюються громадською думкою педагогів, засобами масового педагогічного та суспільного інформування і, врешті-решт, стають загальними досягненнями педагогіки.

Теоретичною основою створення КОМСН є:

- концепція *цілісності навчально-освітнього та виховного процесу вищого навчального закладу*, що зумовлює об'єднання дій всіх його структур і підрозділів у єдиному напрямі дій – навчанні та формуванні особистості студента, який буде конкурентноспроможним у нових соціально-економічних умовах;

- концепція *активізації навчально-пізнавальної та науково-пошукової діяльності студентів*, за якою об'єднуються всі види аудиторних занять, самостійна робота, позааудиторна система їхньої праці над собою;

- концепція *гнучких педагогічних технологій навчання*, в основі якої лежить поняття “педагогічна технологія” і яка розгалужується на багато напрямів у різних сферах освіти, об'єднуючи педагогіку, психологію, профільну чи спеціальну дисципліну та методику її навчання із широким застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

Ключовими поняття, що визначають сутність КОМСН дисциплін у ВНЗ у сучасних умовах, є «дидактична система», «система навчання» і «методична система навчання».

Дидактична система – сукупність елементів (мета, дидактичні принципи, зміст, методи, засоби і форми організації навчання), що утворюють єдину цілісну функціональну структуру, орієнтовану на досягнення цілей навчання.

Система навчання – дидактична система, на основі якої забезпечується цілеспрямований процес здобування знань, формування умінь, набуття навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності людини і сприяння її розвитку.

Систему навчання, в якій основними засобами управління навчальною діяльністю і засобами навчання є програмно-апаратні засоби, що функціонують на базі комп'ютерної техніки, комунікаційних систем та мереж, і використовуються у навчальному процесі під керівництвом викладача, називають *комп'ютерно-орієнтованою*.

3. Сучасні підходи до створення методичної системи навчальних дисциплін.

Вирішення складних проблем, що виникають у різних галузях людської діяльності, зокрема й в освіті, може бути ефективним лише за умови використання *системного підходу*, тобто спочатку системного аналізу об'єкта дослідження, а потім – системного синтезу моделі та її дослідження. Саме на основі системного підходу до поняття методики навчання, в якому всі компоненти навчального процесу утворюють єдине ціле із визначеними внутрішніми зв'язками, А. М. Пишкало [10], визначив *методичну систему навчання* як сукупність п'яти ієрархічно пов'язаних компонентів: *цілей навчання, його змісту, методів, засобів і організаційних форм навчання, що утворюють єдину цілісну функціональну структуру, орієнтовану на досягнення цілей навчання*.

Однак, традиційна модель методичної системи, запропонована А. М. Пишкало, є плідною за умов повного управління процесом навчання в освітньому закладі та його строгої регламентації, а також за умов стабільності навчальних планів, навчальних програм, повного методичного забезпечення навчальних предметів. У роботі Н.В. Морзе [11] на прикладі загальноосвітньої школи і предмету інформатики, для якого характерним є нестабільність і стрімкий розвиток, показано, що концепція методичної системи навчання в традиційному вигляді вже неадекватна ситуації, що склалася в методиці навчання інформатики, і потребує розвитку.

Аналогічний висновок можна зробити і стосовно методичних систем навчання більшості навчальних предметів у вищій школі. Особливо це стосується дисциплін з блоку професійної і практичної підготовки студентів, зокрема природничо-математичних спеціальностей. Оскільки саме ці навчальні дисципліни найбільш чутливі до змін, що відбуваються в соціально-економічній та науково-технічній сферах.

Розглядаючи сукупність тих компонентів традиційної методичної системи навчання, що відповідають на питання “як навчати?": методи, засоби, організаційні форми навчання, деякі науковці вважають, що вони утворюють певну підсистему єдиної системи, яку називають *технологією навчання*. Виходячи з такої структури, визначають *цільовий, змістовий та технологічний* компоненти методичної системи навчання.

Сучасна модель методичної системи навчання, зокрема інформатики, на думку Н.В. Морзе [11, с. 24], повинна відповідати наступним принципам:

1. *Предметність моделі*. Моделі навчання різних предметів можуть включати різні сукупності компонентів і ці компоненти – можуть знаходитися в специфічних для даного предмета відношеннях між собою. Отже, можна очікувати, що структурно методичні системи навчання різних предметів будуть відрізнятися, тобто матимуть певні особливості.

2. *Локальність моделі*. Через істотні й все більш зростаючі розходження в цілях і умовах навчання в різних навчальних закладах вже не можна говорити про методичну систему навчання предмету взагалі. В моделі необхідно враховувати не тільки розходження у навчанні різних предметів, але й особливості у вивченні предмета, що склалася в конкретному навчальному закладі. Таким чином, в удосконаленій моделі методичної системи навчання необхідно враховувати локальні особливості навчання предмету, тобто змінювати від одного навчального закладу до іншого.

3. *Динамічність моделі*. Компоненти методичної системи, як правило, знаходяться у швидкому розвитку, регулярно перебудовуються зв'язки між цими компонентами. Так для інформатики характерна нестабільність, швидкі зміни в змісті навчання, бурхливий розвиток засобів інформатизації, що впливають на цілі, зміст, методи і засоби навчання. В методичній системі, як моделі навчання, необхідно передбачати розвиток практики навчання, включати компоненти, де передбачається розвиток їх змісту, перебудова їх структурних зв'язків.

В.П. Беспалько в роботі [12, с. 13] відзначає, що “в сучасних умовах, коли комп'ютеризація педагогічного процесу стає найближчою перспективою, педагогічне проектування – єдина умова його ефективної реалізації”.

При проектуванні методичних систем навчання необхідно враховувати наступне:

1. Об'єкт дослідження і система не одне і те саме. В одному і тому самому об'єкті можна виділити кілька систем в залежності від мети дослідження.

2. При виділенні системи відбувається штучне виокремлення явища (або проблеми), що досліджується, з навколишнього середовища. Це виокремлення насправді являє собою абстрагування, і воно повинно враховувати реальну єдність системи із середовищем.

3. Виділяючи систему, необхідно встановлювати: а) елементи (компоненти) системи, б) елементи її середовища (оточення), в) істотні (системоутворюючі) зв'язки між елементами (компонентами) системи, г) істотні зв'язки з середовищем (оточенням).

4. У складних системах кожний елемент (підсистема) може бути при іншому розгляді самостійною системою. І навпаки, система з іншої точки зору є елементом (підсистемою) системи вищого порядку. З цього випливає, що при виділенні системи слід завжди усвідомлювати, на якому рівні відбуватиметься робота із системою, і точно дотримуватися вибраного рівня відмінності.

5. Певна якість системи задається не тільки якістю окремих елементів, з яких система складається, характером їх взаємозв'язків, а й зв'язками між даною системою і середовищем.

6. Систему як пізнавальний інструмент можна застосовувати для різних і значно відмінних (в тому числі ідеальних, досі реально не існуючих) об'єктів.

Також при проектуванні методичних систем навчання необхідно враховувати їх особливості:

– *цілісність* – залежність кожного елемента системи від його місця і функцій в системі;

– *структурність* – функціонування системи зумовлене не стільки особливостями її окремих елементів, скільки властивостями її структури;

– *взаємозалежність* системи і середовища – система формується і проявляє свої властивості в процесі взаємовпливів із середовищем;

– *ієрархічність* – кожний елемент системи в свою чергу може розглядатися як система, а система, що досліджується в цьому випадку, сама є елементом більш широкої системи;

– *множинність описів* – внаслідок принципової складності кожної системи її адекватне пізнання вимагає побудови множини різних моделей, кожна з яких описує лише певний аспект системи.

Процес проектування і створення методичної системи навчання підкоряється певним закономірностям.

1. *Закономірності, пов'язані з внутрішньою будовою самої системи*, коли зміна одного або кількох її елементів спричинює необхідність зміни всієї системи загалом. Так з появою і широким використанням нових засобів навчання, наприклад інформаційно-комунікаційних, розширюються можливості організації навчального процесу, виникає необхідність перегляду змісту, форм і методів навчання.

2. *Закономірності зовнішніх зв'язків системи*, що визначаються тим, що будь-яка методична система функціонує на певному соціальному і культурному фоні, які мають на неї вирішальний вплив. Такого роду впливу можуть зазнавати як всі елементи системи загалом, так і окремі її елементи. Найбільш явно вказаний вплив спрямовується на основний елемент методичної системи – цілі навчання. Суспільство формує соціальне замовлення вищій школі, за допомогою якого визначаються цілі навчання будь-якої дисципліни. Так сучасне інформаційне суспільство характеризується високим рівнем розвитку і використання інформаційних технологій, розвиненими інфраструктурами, що забезпечують виробництво інформаційних ресурсів та доступ до них, процесами прискореної автоматизації і роботизації всіх галузей виробництва й управління, радикальними змінами соціально-професійних структур, наслідком яких є розширення сфери інформаційної діяльності людини. Тому при формуванні цілей навчання будь-яких дисциплін, а особливо математичних та інформатичних, необхідно максимально враховувати особливості й вимоги інформаційного суспільства.

Враховуючи сказане, можна зробити висновок про те, що на сучасному етапі розвитку суспільства і освіти методична система навчання являє собою *складне динамічне утворення*. При цьому повне визначення системи може бути здійснено тоді, коли будуть визначені деякі початкові умови. Іншими словами, потрібно зафіксувати деякий елемент системи і виявити динаміку її зміни в такому стані.

Розглядаючи методичну систему навчання конкретного навчального предмету в школі або ВНЗ, доцільно обрати за такий фіксований елемент *цілі навчання*, як найбільш конкретний і чітко визначений елемент.

Внаслідок такого підходу і виходячи з провідного положення цілей навчання відносно інших компонентів методичної системи, Н.В. Морзе робить висновок, що *будь-яка видозміна системи повинна співвідноситися з цілями навчання* [11]. Звідси впливає центральний принцип вдосконалення методичної системи навчання, який А.М. Пишкало назвав *принципом цілеспрямованості*: напрями і результати вдосконалення методичної системи навчання загалом і її елементів, зокрема, повинні бути адекватні цілям навчання.

Вдосконалення методичної системи навчання в певному напрямі не може не враховувати вимог, що виходять з самої суті системного підходу. Тому будь-яка зміна одного з елементів системи обов'язково відображається на інших. Нехтування цієї обставини може привести до руйнування системи як цілісної структури. З цих міркувань витікає наступний принцип вдосконалення методичної системи, який називається *принципом взаємозв'язності*: при зміні елементів методичної системи необхідно визначати впливи, які цим будуть викликані, на всі інші елементи і враховувати їх.

Потрібно підкреслити, що цей принцип може застосовуватись не тільки до системи загалом, але й до окремих її частин. Виходячи з цього, вказаний принцип потрібно доповнити вимогою розгляду всіх взаємозв'язків у системі, *принципом повноти*: при вдосконаленні методичної системи навчання потрібно приділяти увагу кожному її елементу.

Реалізація принципів удосконалення методичної системи навчання може проводитися лише шляхом визначення і розробки конкретного змісту компонентів системи. У ході цієї роботи вказані принципи "проектуються" в конкретні методичні положення. Однак не треба думати, що описаний зв'язок може мати місце лише в одному напрямі. Нагадаємо, що самі принципи вдосконалення методичної системи виникли як підсумок теоретичного узагальнення конкретного педагогічного і методичного матеріалу.

4. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання. Ефективне застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі можливе лише у тому випадку, коли відповідні технології не є певною надбудовою до існуючої системи навчання, а обґрунтовано й гармонійно інтегруються у даний процес, забезпечуючи нові можливості і викладачам, і тим, хто навчається.

Перед тим, як визначити поняття "комп'ютерно-орієнтована методична система навчання", з'ясуємо сутність деяких понять, які тісно з ним пов'язані, зокрема "технологія", "інформаційна технологія", "нові інформаційні технології", "технологія навчання", "нові інформаційні технології навчання".

Як зазначив В.П. Беспалько, "будь-яка діяльність може бути або технологією, або мистецтвом. Мистецтво засноване на інтуїції, технологія – на науці. З мистецтва все починається, технологією – закінчується, щоб потім все почалось спочатку" [12, с. 5].

Розглянемо зміст зазначених вище понять, спираючись на результати детального аналізу, зробленого у роботі [13], і враховуючи сучасні тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.

Інформаційні технології – це сукупності методів, засобів і прийомів, що використовуються для реалізації та забезпечення інформаційних процесів у різних галузях людської діяльності.

Нові інформаційні технології або *інформаційно-комунікаційні технології* – це інформаційні технології, в яких використовуються засоби інформатизації (насамперед комп'ютери) [14, с. 3].

Технологія навчання – за означенням ЮНЕСКО, це в загальному розумінні системний метод створення, застосування й визначення всього процесу навчання і засвоєння знань, з урахуванням технічних і людських ресурсів [15, с. 331].

Технологія навчання у широкому розумінні – це галузь знань, зумовлена метою і завданнями, а також закономірностями побудови, реалізації й оцінювання всього навчального процесу; у вузькому значенні – це система дидактично організованих форм, засобів і методів навчання конкретного навчального матеріалу в рамках певної дисципліни, розділу, теми чи питання.

Інформаційно-комунікаційні технології навчання (ІКТН), включаючи комп'ютер як засіб управління навчально-пізнавальною діяльністю, представляють собою сукупність комп'ютерно-орієнтованих методів, засобів та організаційних форм навчання. Поряд з

терміном “інформаційно-комунікаційні технології навчання” використовують термін “комп’ютерно-орієнтовані технології навчання”.

Враховуючи сказане, *комп’ютерно-орієнтованою методичною системою навчання* (КОМСН) називають методичну систему навчання, використання якої забезпечує цілеспрямований процес здобування знань, набуття умінь і навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності суб’єктом навчання і розвиток його творчих здібностей на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій [16].

У табл. 1 наведено перелік основних традиційних і комп’ютерно-орієнтованих методів, засобів і форм організації навчання у ВНЗ, зокрема й математичних дисциплін.

Таблиця 1.

Компоненти технології навчання	Традиційні	Комп’ютерно-орієнтовані
Засоби навчання	Наочні та технічні засоби навчання; підручники й посібники; дидактичні матеріали; довідкова та інша навчально-методична предметна література	Апаратне забезпечення: - комп’ютер; - засоби телекомунікацій; - мультимедіа. Системне і прикладне програмне забезпечення: - операційні системи; - текстові й графічні редактори; - табличні процесори; - системи управління базами даних; - експертні системи; - педагогічні програмні засоби; - проблемно-орієнтовані програми; - електронні підручники і посібники; - електронні бібліотеки; - віртуальні лабораторії; - методичні та консультаційні каталоги; - навчальні телекомунікаційні проекти та ін. Проблемно-орієнтоване програмне забезпечення (для математичних дисциплін): - системи для чисельних розрахунків (програми-калькулятори); - матричні системи; - спеціалізовані програми і пакети (для розв’язування певного класу математичних задач); - системи комп’ютерної алгебри (CAS); - системи комп’ютерної геометрії (CGS); - системи комп’ютерної математики або комп’ютерні математичні системи (CMS).
Методи навчання (за джерелом здобуття знань)	Вербальні методи навчання Розповідь; пояснення; бесіда; навчальна дискусія; лекція; робота з підручником, довідковою, науково-популярною та навчальною літературою	Робота з електронними підручниками, довідковим матеріалом комп’ютерних програм; опрацювання відомостей, що отримуються через глобальну мережу Internet
	Наочні методи навчання Ілюстрування статистичної наочності, плакатів, карт; демонстрування приладів, дослідів, устаткування, діафільмів, слайдів, кінофільмів, відеофільмів; самостійне спостереження	Робота з програмами навчального та навчально-контролюючого призначення
	Практичні методи навчання Виконання вправ, графічних робіт, лабораторних робіт, практикумів; розв’язування доцільно дібраних задач	Дослідницька робота у комп’ютерних лабораторіях; обчислювальні експерименти; телекомунікаційні проекти
	Форми організації навчання	Лекції, практичні заняття, семінари, лабораторні роботи, навчальні дискусії, навчальні екскурсії, самостійна позааудиторна робота,

У табл. 2 наведено характеристики традиційних і комп'ютерно-

	індивідуальна або гурткова науково-дослідна робота, поточні та підсумкові форми контролю: - контрольні роботи, - тестування, - колоквіуми, - модульний контроль, - заліки, екзамени	науково-дослідна робота і самостійна робота; комп'ютерне тестування; форми електронного (дистанційного) навчання: - трансляція; - чат (текстовий, графічний); - відео- і телеконференції, - проведення інтерактивних лекцій, семінарів, практичних й лабораторних занять, навчальних дискусій та ін.; - комп'ютерно-орієнтовані екзамени й заліки
--	--	--

орієнтованих методичних систем навчання за рівнем використання інформаційно-комунікаційних технологій та їх впливом на компоненти цих систем.

Таблиця 2.

Методична система навчання	Використання ІКТ в навчальному процесі	Вплив ІКТ на компоненти методичної системи навчання
Традиційна	Використання викладачем ІКТ для підготовки навчально-методичних матеріалів з дисципліни. Епізодичне використання ППЗ, СКМ у навчальному процесі, зокрема для контролю знань, вмінь і навичок. Епізодичне використання ІКТ для управління навчальною діяльністю студентів.	Використання ІКТ як засобів навчання і засобів управління навчальною діяльністю суттєво не впливає на інші компоненти методичної системи навчання.
Комп'ютерно-орієнтована	I рівень. Систематичне використання ППЗ, СКМ, ІКТ у деяких видах навчальної діяльності студентів при навчанні дисципліни (на лекціях, практичних і лабораторних заняттях).	Використання ІКТ суттєво впливає на деякі компоненти методичної системи навчання (методи, засоби і форми організації навчання).
	II рівень. Систематичне використання ППЗ, СКМ, ІКТ у всіх видах навчальної діяльності студентів при навчанні дисципліни.	Використання ІКТ суттєво впливає на всі компоненти методичної системи навчання (цілі, зміст, методи, засоби і форми організації навчання).
	III рівень. Організація навчального процесу на основі комп'ютерно-орієнтованого навчально-методичного комплексу дисципліни з використанням технологій електронного (дистанційного, мобільного) навчання на базі освітнього, освітньо-наукового порталу ВНЗ.	У навчальному процесі широко використовуються комп'ютерно-орієнтовані методи, засоби і форми організації навчання.

Серед різноманіття педагогічних інновацій, які відповідають сучасним освітнім парадигмам, орієнтованим на розвиток особистості, її самореалізацію, успішну адаптацію молоді до вимог інформаційного суспільства, і з успіхом використовуються зарубіжними педагогами в процесі навчання студентів ВНЗ, є *метод проектів, навчання у співпраці, ситуаційне та продуктивне навчання* [16].

5. Концептуальні положення і принципи створення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання. У роботі [16] визначено *основні положення і принципи*, на яких ґрунтується *концепція* створення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання:

1. При розробці КОМСН необхідно враховувати головні принципи і основні тенденції розвитку вищої освіти у світі на початку XXI століття, спрямовані на подолання негативних явищ, що проявилися в системах вищої освіти практично всіх розвинених країн світу наприкінці XX століття і які були певною мірою обумовлені зокрема тим, що традиційна вища освіта не задовольняла вимоги нового постіндустріального суспільства.

2. КОМСН повинні стати базою подолання найбільш характерних недоліків системи вищої освіти і сприяти реалізації основних шляхів їх подолання.

3. КОМСН повинні задовольняти основним принципам створення перспективних систем вищої освіти.

4. КОМСН повинні задовольняти основні принципи розвитку освіти в Україні.

5. КОМСН повинні відповідати новій освітній парадигмі, положенням Доктрини розвитку освіти України в ХХІ столітті, вимогам Болонського процесу, зокрема в частині використання інформаційно-комунікаційних технологій для інтенсифікації процесу навчання, розвитку творчого мислення студентів, формування умінь працювати в предметно-орієнтованих інформаційно-комунікаційних середовищах.

6. При проектуванні і створенні КОМСН необхідно спиратися на сучасні закономірності, принципи і концепції педагогіки вищої школи, а також на основні принципи, що використовуються при проектуванні і створенні методичних систем навчання.

7. При розробці компонент КОМСН необхідно застосовувати:

- модульний принцип побудови навчальних планів і програм навчальних дисциплін;
- європейську кредитно-трансферну накопичувальну систему (ECTS);
- рейтингову систему оцінювання всіх видів навчальної діяльності студентів;
- інноваційні педагогічні технології навчання;
- традиційні технічні засоби навчання;
- комп'ютерну мультимедійну техніку як автономно, так і в поєднанні з сучасними проєкційними засобами;
- телекомунікаційні технології;
- інформаційно-комунікаційні технології навчання;
- портальні технології, web-орієнтоване прикладне програмне забезпечення.

8. При створенні КОМСН необхідно використовувати різноманітні форми і методи для задоволення освітніх потреб студентів. Це положення ґрунтується на тому, що вища освіта найближчим часом має стати загальною, неперервною, враховувати індивідуальні особливості тих, хто навчається, їх навколишнє середовище. Йдеться про навчання та підвищення кваліфікації громадян у зручній для них час і в зручній формі, більш широке впровадження технологій дистанційного і мобільного навчання, створення і використання навчальних модулів, систем оцінювання і контролю знань, організацію “віртуальних” ВНЗ, використання потенціалу нових методів і технологій навчання, розроблення ефективних організаційно-педагогічних форм тощо.

9. В результаті роботи над КОМСН конкретної дисципліни повинен бути створений *комп'ютерно-орієнтований навчально-методичний комплекс* (КОНМК), який можна було б використовувати у навчальному процесі незалежно від форми навчання.

10. Для створення і впровадження КОМСН у ВНЗ повинна бути створена відповідна інфраструктура інформатизації.

11. Необхідною умовою впровадження у навчальний процес ВНЗ КОМСН є досить високий рівень інформаційно-комп'ютерної підготовки викладачів і студентів.

12. Для повнофункціонального використання КОМСН у ВНЗ необхідно створити освітньо-наукове інформаційне середовище – сукупність загального, предметно-орієнтованого педагогічного програмного забезпечення, а також засобів комунікації учасників навчального процесу, їх персоніфікації і авторизації. В якості такого середовища можуть використовуватися освітньо-наукові портали ВНЗ.

6. Особливості комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін. Останнім часом вимоги до математичної освіти фахівців зазначених категорій зазнали суттєвих змін: дещо послабла роль певних розділів класичної вищої математики і посилилась роль інших математичних дисциплін, зокрема: дискретної математики, теорії ймовірностей, математичної статистики, чисельних методів, методів оптимізації та дослідження операцій, моделювання економічних і виробничих процесів та ін. Чітке уявлення про ці розділи математики майбутньому спеціалісту потрібне тому, що йому необхідно знати, як і де можна обґрунтовано і ефективно застосувати той чи інший математичний метод при розв'язуванні реальних професійних задач, адекватно сприймати зміст наукової і спеціальної літератури, в якій використовується відповідний математичний апарат.

Основні завдання навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах полягають у тому, щоб продемонструвати студентам сутність наукового підходу до вивчення процесів і явищ оточуючого світу, роль математики у розвитку наукових досліджень і технічному прогресі; навчити студентів прийомів побудови математичних моделей, методів дослідження і розв'язування формалізованих задач, зокрема з використанням систем комп'ютерної математики; виробити у студентів уміння аналізувати отримані результати, сформувані навички самостійного вивчення математичної літератури та її застосування.

Вивчення математичних дисциплін у ВНЗ повинно забезпечити:

- формування особистості студентів, розвиток їхніх інтелектуальних здібностей, аналітичного та синтетичного мислення, відповідної математичної культури та інтуїції;

– оволодіння математичним апаратом, необхідним для вивчення фахових дисциплін, розвиток здібностей свідомого сприйняття математичного матеріалу, характерного для відповідної професії;

– оволодіння основними математичними методами, необхідними для аналізу і моделювання процесів і явищ, які відбуваються в соціальних, економічних, технічних, виробничих та інформаційних системах, пошуку оптимальних рішень з метою підвищення ефективності роботи зазначених систем, вибору найкращих способів реалізації цих рішень, опрацювання і аналізу результатів комп'ютерних експериментів.

Серед шляхів подолання проблем, які існують у вищій математичній освіті, ключове місце належить активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів під час вивчення математичних дисциплін на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Підвищення рівня знань студентів з математичних дисциплін, активізація їхньої навчально-пізнавальної діяльності та подолання інших зазначених вище проблем навчання вбачається у створенні *комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін*, які базуються на таких положеннях:

– інформаційно-комунікаційні технології, які є одним із важливих засобів розвитку суспільства, повинні зайняти відповідне місце у процесі навчання практично всіх навчальних предметів, і в першу чергу математичних дисциплін;

– розширення напрямів застосування новітніх інформаційних технологій навчання математики у ВНЗ є одним з найбільш перспективних шляхів удосконалення методичної системи навчання математичних дисциплін;

– застосування новітніх інформаційних технологій навчання при вивченні математичних дисциплін принципово впливає на зміст та методику навчання і надасть можливість, завдяки наочності та звільненню від рутинної роботи, посилити мотивацію навчання;

– ефективність застосування новітніх інформаційних та педагогічних технологій навчання з метою підвищення якості математичної освіти визначається, головним чином, відповідною комп'ютерно-орієнтованою методичною системою навчання;

– навчання математичних дисциплін з використанням комп'ютера створить умови для збільшення обсягу індивідуальної роботи над навчальним матеріалом, можливість автоматизованого добору завдань для вивчення, закріплення і контролю, оцінки якості набутих знань.

Таким чином, актуальною є проблема обґрунтування, розробки та експериментальної перевірки ефективності комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін у ВНЗ, зокрема, при підготовці спеціалістів з природничо-математичних наук, комп'ютерних наук, економіки, використання яких надасть можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів і підвищити рівень їхньої математичної підготовки за рахунок застосування новітніх інформаційних та педагогічних технологій.

Використання СКМ у навчальному процесі математичних дисциплін надає можливість розв'язувати досить широкий спектр задач:

- проведення математичних досліджень, де вимагаються аналітичні перетворення та числові розрахунки;
- розробка алгоритмів, для реалізації тих чи інших методів розв'язування задач, їх аналіз і використання;
- математичне моделювання та комп'ютерний експеримент;
- аналіз і опрацювання статистичних та експериментальних даних;
- візуалізація результатів дослідження, наукова та інженерна графіка;
- створення графічних і розрахункових матеріалів.

Можна виділити групу найважливіших чинників активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, ефективність яких може бути підсилена за рахунок застосування ІКТ у навчальному процесі (див., [17], [18]):

- розвиток мотивації, посилення інтересу до навчання, в тому числі до способів здобування знань;
- розвиток мислення, інтелектуальних здібностей студентів;
- індивідуалізація та диференціація навчання;
- розвиток самостійності;
- надання переваги методам активного навчання;
- підвищення наочності навчального матеріалу;

- збільшення арсеналу засобів пізнавальної діяльності, опанування сучасними методами наукового пізнання, пов'язаними із застосуванням ІКТ;
- розширення кола задач і вправ, проведення лабораторних робіт у процесі навчання математичних дисциплін;
- спрощення та збільшення швидкості доступу до навчальних та наукових інформаційних ресурсів через мережу Internet.

Підсумовуючи сказане щодо негативних тенденцій у вищій математичній освіті, сформулюємо деякі пропозиції щодо їх практичного подолання:

1. Привести у відповідність програми навчання математики в школі та у вищих навчальних закладах. Модернізувати курси вищої математики, наповнивши їх сучасними досягненнями математичної науки, звільнивши їх від рутини і акцентуючи питання „як” (розв’язати, обчислити і т.д.) та питання „що” і „навіщо”;

2. Розробити та впровадити комп’ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін на основі новітніх педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій з використанням комп’ютерно орієнтованих навчальних комплексів, електронних підручників та посібників, робочих конспектів, контролюючих і тренувальних комп’ютерних програмних засобів;

3. У вищих навчальних закладах створити освітньо-наукове інформаційне середовище, що надасть можливість використовувати ІКТ для проведення аудиторних, зокрема практичних і лабораторних, занять з математики, контролюючих заходів, організації науково-дослідної роботи і особливо для самостійної роботи студентів денної, заочної та дистанційної форм навчання.

Є кілька вагомих причин, що спонукують фахівців у галузі математики та науково-технічних досліджень знати основи роботи з кількома математичними системами. Це:

- необхідність раціонального добору систем комп’ютерної математики в залежності від задач, що розв’язуються;
- необхідність розв’язування складних задач за допомогою різних систем, щоб перевірити правильність результатів, не покладаючись на одну систему (гарантувати правильність одержаного результату);
- необхідність підготовки математичних документів (статей, звітів, книг, навчальних занять і т.д.) підвищеної якості.

У таблицях 3 і 4 подано порівняльні характеристики найбільш відомих і поширених у світі СКМ [19], що дає уявлення про можливість їх використання у ВНЗ при навчанні математичних дисциплін.

Таблиця 3.

СКМ (версія)	GAUSS 8.0	Maple V11	Mathematica 6.0	Matlab 2008a	Scilab 4.1.2
Категорія порівняння	%	%	%	%	%
Математичні операції (38%)	69.56	55.10	76.04	68.79	43.88
Графічні операції (10%)	60.86	60.88	84.63	88.49	51.32
Засоби програмування (9%)	62.70	50.81	64.86	72.43	62.16
Управління даними (5%)	62.43	64.06	76.03	72.77	53.71
Доступні операційні платформи (2%)	76.92	69.23	100.00	76.92	46.15
Швидкість обчислень (36%)	21.85	11.16	39.07	54.68	24.51
Інсталяція, зручність у навчанні і використанні (15%)	35.41	87.54	96.27	76.52	35.41
Загальний результат	52.11	51.13	71.05	69.58	42.28
Рейтинг	3	4	1	2	5

Таблиця 4.

СКМ (версія)	GAUSS 8.0	Maple V11	Mathematica 6.0	Matlab 2008a	Scilab 4.1.2
Категорія порівняння	%	%	%	%	%
Стандартні математичні функції (5%)	77.27	100.0	100.00	98.18	81.82
Алгебра (15%)	76.97	87.88	84.85	93.94	78.79

Аналіз (10%)	84.62	100.0	100.00	100.00	84.62
Чисельна математика (10%)	53.33	75.00	100.00	85.00	41.67
Стохастика, розподіли (20%)	63.78	64.44	92.00	46.89	33.89
Статистика (20%)	64.17	9.57	34.96	53.39	31.30
Інші математичні функції (20%)	73.85	23.08	64.62	56.15	11.54
Загальний результат	69.56	55.10	76.04	68.79	43.88
Рейтинг	2	4	1	3	5

Одним з шляхів подальшого розвитку систем комп'ютерної математики є створення web-орієнтованих версій та їх інтеграція одна з одною і з іншими програмами. Прикладом такої інтеграції є web-орієнтована СКМ Sage (<http://www.sagemath.org/>), що є вільно поширюваною системою, й інтегрується як з комерційними СКМ (Maple, Mathematica, Matlab), так і з вільнопоширюваними СКМ (Skilab, Maxima, Octave та ін.) [20]. Більше того, вона може інтегруватися з системами дистанційного навчання (наприклад, Moodle [21]), що є досить важливим для створення web-орієнтованих освітньо-наукових інформаційних середовищ і web-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін [22].

При створенні комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін необхідно використовувати концептуальні положення як традиційного підходу до створення методичних систем навчання, так і нові підходи, які використовуються при розробці МСН інформатики та математики для загальноосвітніх шкіл та ВНЗ. При цьому методична система навчання являє собою складне динамічне утворення, тісно пов'язана з відповідним навчальним предметом.

Досягнення якісно нового рівня у підготовці фахівців з вищою освітою неможливе без забезпечення розвитку вищої школи на основі нових прогресивних концепцій, запровадження сучасних педагогічних та інформаційних технологій, науково-методичних розробок, відходу від засад авторитарної педагогіки і застарілих технологій навчання. Дослідження [16] показало, що серед педагогічних інновацій, використання яких може забезпечити підвищення якості вищої математичної освіти, сприяти пізнавальній активності студентів і набуттю ними комунікативних навичок й умінь, тобто вмінь працювати в різноманітних групах, виконуючи різні соціальні ролі (лідера, виконавця, посередника та ін.), формування вмінь самостійно конструювати свої знання та орієнтуватися в інформаційному просторі, є навчання в співпраці, метод проектів, ситуаційне та продуктивне навчання. Всі вони в психології й педагогіці відносяться до так званого гуманістичного підходу, головною відмінною рисою якого є особлива увага до індивідуальності людини, її особистості, чітка орієнтація на свідомий розвиток самостійного критичного мислення.

Якщо кожна із зазначених вище інноваційних педагогічних технологій навчання, інтегруючись з інформаційно-комунікаційними технологіями, займе своє місце в навчально-виховному процесі ВНЗ, поступово витісняючи методи і форми пасивного навчання, то згодом вдасться виробити досить ефективні підходи до організації навчального процесу у вищих навчальних закладах.

Висновки.

1. Основними напрямками подальшого розвитку КОМСН математичних дисциплін є:

- модернізація курсів вищої математики та інших математичних дисциплін шляхом наповнення їх сучасними досягненнями математичної науки, акцентуючи в навчанні на питання „як” (розв’язати, обчислити і т.д.) та на питання „що розв’язувати” і „навіщо”;
- створення та впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін на основі новітніх педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій з використанням навчальних комплексів, електронних підручників та посібників, СКМ, контролюючих і тренувальних комп'ютерних програмних засобів;
- створення у кожному ВНЗ освітньо-наукового інформаційного середовища, що надасть можливість ефективно використовувати ІКТ для проведення аудиторних, зокрема практичних і лабораторних, занять з математичних дисциплін, контрольних заходів, організації науково-дослідної роботи і особливо для самостійної роботи студентів денної, заочної та дистанційної форм навчання;
- поступове розгортання web-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін для забезпечення як традиційних форм навчання, так і електронного, дистанційного та мобільного навчання.

2. Широкий спектр аналітичних, обчислювальних і графічних операцій, що підтримується в сучасних математичних пакетах, роблять їх одними з основних інструментів у професійній діяльності математика-аналітика, інженера, економіста-кібернетика тощо. Тому їх використання у навчальному процесі ВНЗ при вивченні математичних дисциплін надасть можливість підвищити рівень професійної підготовки студентів, рівень їхньої

математичної та інформаційної культури, зробити майбутніх фахівців конкурентноспроможними на міжнародному ринку праці.

3. Необхідно здійснити реальні кроки для того, щоб якнайшвидше ліцензійні та вільнопоширювані математичні пакети в достатній кількості з'явилися на математичних кафедрах для забезпечення навчального процесу на математичних, природничих, комп'ютерних, технічних та економічних спеціальностях.

4. Викладачам математичних кафедр необхідно проводити цілеспрямовану роботу щодо створення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін з широким використанням СКМ, зокрема web-орієнтованих.

5. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання у ВНЗ повинні розроблятися на основі новітніх педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій, використання яких може забезпечити створення у ВНЗ єдиного освітньо-наукового інформаційного середовища, в якому навчальна діяльність буде своєрідною моделлю майбутньої професійної діяльності студентів в умовах інформаційного суспільства.

Література

1. Жалдак М. І. Система підготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе. Дисс... д-ра пед. наук. – М.: НИИ СИМО АПН СССР, 1989. – 48 с.
2. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редкол. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. – Вип. 7. – 2003. – С. 3–16.
3. Галузинський В. М., Євтух М. Б. Основи педагогіки та психології вищої школи в Україні. Навчальний посібник. – К.: ІНТЕЛ, 1995. – 168 с.
4. Бондаревская Е. В., Кульневич С. В. Педагогика: личность в гуманистических теориях и системах воспитания: Учеб. пособие для студентов педвузов и слушателей ИПК. – М. – Ростов н/Д, 1999. – 560 с.
5. Бондаревская Е. В. Теория и практика личностно-ориентированного образования. – Ростов-н/Д., 2000. – 352 с.
6. Сериков В. В. Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем. – М.: Логос, 1999. – 272 с.
7. Якиманская И. С. Разработка технологии личностно-ориентированного обучения // Вопросы психологии. – 1995. – №2. – С. 31–42.
8. Раков С.А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02/ С.А. Раков. – К., 2005. – 503 с.
9. Інтерактивні технології навчання: теорія, практика, досвід: метод. посіб. авт. – уклад.: О.Пометун, Л.Пироженко. – К.: А.П.Н. – 2002. – 136 с.
10. Пышкало А. М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе: Авторский доклад по монографии «Методика обучения геометрии в начальных классах», предст. на соиск. уч. степ. докт. пед. наук. – М., 1975. – 60 с.
11. Морзе Н. В. Основи методичної підготовки вчителя інформатики: Монографія. – К.: Курс, 2003. – 372 с.
12. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 191 с.
13. Основи нових інформаційних технологій навчання: Посібник для вчителів /Ю.І. Машбиць, О.О. Гокунь, М.І. Жалдак, Н.В. Морзе та ін. / Інститут психології ім. Г.С.Костюка АПН України; Інститут змісту і методів навчання. – К., 1997. – 260 с.
14. Жалдак М. І., Рамський Ю. С. До концепції шкільної освіти з інформатики // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Вип. 3. – 2001. – С. 3–7.
15. Гончаренко С. Український педагогічний словник. – Київ: Либідь, 1997. – 376 с.
16. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: [монографія] / Юрій Васильович Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.
17. Ключко В. І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі: Навчально-методичний посібник. Вінниця: ВДГУ, 1997. – 300 с.
18. Співаковський О. В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей. – Херсон: Айлант, 2003. – 229 с.
19. Stefan Steinhaus. Comparison of mathematical programs for data analysis (Edition 5.04). – Munchen/Germany. – 2008.: [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.scientificweb.de/n crunch/>.

20. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у ви-щій школі: [монографія] / Сергій Олексійович Семеріков. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. – 340 с.
21. Смирнова-Трибульская Е. Н. Основы формирования информатических компетентностей учителей в области дистанционного обучения: [монография] / Евгения Николаевна Смирнова-Трибульская. – Херсон: Айлант, 2007. – 704 с.
22. Шокалюк С. В. Методичні засади комп'ютеризації самостійної роботи старшокласників у процесі вивчення програмного забезпечення математичного призначення: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Світлана Вікторівна Шокалюк. – К., 2010. – 261 с.