

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М.П. ДРАГОМАНОВА

**СЕМЕРІКОВ Сергій Олексійович**

УДК 378.147+518.5

**АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ  
ПРИ ВИВЧЕННІ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ У ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ  
ПРОГРАМУВАННЯ**

13.00.02 – теорія та методика навчання інформатики

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

Київ – 2001

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Криворізькому державному педагогічному університеті Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор фізико-математичних наук, доцент

**Соловйов Володимир Миколайович,**

Криворізький державний педагогічний університет,

кафедра інформатики та прикладної математики,

професор

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор,

член-кореспондент АПН України

**Верлань Анатолій Федорович,**

Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України, завідувач відділу

кандидат педагогічних наук, доцент

**Головань Микола Степанович,**

Українська академія банківської справи,

декан загальноєкономічного факультету

**Провідна установа:** Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського Міністерства освіти і науки України, кафедра інформаційних систем, м. Сімферополь

Захист відбудеться “29” травня 2001 р. о 15<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.03 в Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова (01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9)

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9)

Автореферат розісланий “24” квітня 2001 р.

**Вчений секретар**  
спеціалізованої вченої ради

**Є.В. Коршак**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

*Актуальність дослідження.* В умовах розбудови національної системи вищої педагогічної освіти особливо актуальною стає професійна спрямованість навчання у педвузі та посилення зв'язку змісту навчання з повсякденним життям, що вимагає збільшення у навчальних планах долі курсів інтегративного характеру, які сприятимуть формуванню міжпредметних та міжгалузевих зв'язків, вихованню висококваліфікованих педагогів, цілеспрямована активна діяльність яких у значній мірі визначатиме майбутнє нашого суспільства. Одним з таких курсів є курс чисельних методів, що має значні потенційні можливості в підвищенні рівня теоретичної підготовки та інформаційної культури вчителя математики, які поки що не використовуються в повній мірі. Вивчення цього курсу за відповідної методики навчання сприяє розвитку у студентів творчого, теоретичного мислення, а також формуванню операційного мислення, спрямованого на пошук оптимальних розв'язків (Ю.С. Рамський).

Тенденція до збільшення частки самостійної навчальної та науково-педагогічної діяльності студентів із одночасним зменшенням аудиторного навантаження вимагає таких форм навчальної роботи, що активізують пізнавальну діяльність студентів. Активізація пізнавальної діяльності студентів є одним з пріоритетних напрямків досліджень педагогіки вищої школи, оскільки в ній містяться джерела багатьох проблем формування особистості майбутнього вчителя: розвиток пізнавальних інтересів, самостійності, ініціативності, цілеспрямованості, відповідальності, вольових якостей тощо.

Проблема активізації пізнавальної діяльності студентів вимагає пошуку нових підходів до подальшого удосконалення форм, методів та засобів навчання. Різні аспекти цієї проблеми розглядали А.М. Алексюк, Л.П. Арістова, С.І. Архангельський, Ю.К. Бабанський, Д.Б. Богоявленська, М.Я. Ігнатенко, Є.М. Кабанова-Меллер, Р.А. Нізамов, О.М. Матюшкін, Н.А. Менчинська, С.Л. Рубінштейн, А.В. Петровський, Н.Ф. Тализіна, Т.І. Шамова, Г.І. Щукіна та інші. Як показали дослідження, що в останні роки інтенсивно ведуться в Україні (Н.В. Апатова, Н.Р. Балик, А.Ф. Верлань, М.С. Головань, Ю.В. Горошко, М.І. Жалдак, О.Б. Жильцов, І.М. Забара, І.С. Іваськів, Н.В. Морзе, А.В. Пеньков, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, В.Д. Руденко, Ю.В. Триус, Г.Ю. Цибко, Т.І. Чепрасова та ін.), впровадження засобів НІТ у навчальний процес відіграє позитивну роль в активізації вивчення як окремих навчальних предметів, так і навчального процесу в цілому. Разом з тим варто зазначити, що ряд аспектів цієї проблеми потребує подальшого дослідження. Поза увагою дослідників залишається проблема активізації пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання чисельних методів.

Досить поширеним підходом до викладання чисельних методів є використання спеціалізованих математичних бібліотек, проте існуючі зараз універсальні математичні бібліотеки є в осно-

вному результатом тривалої еволюції процедурного програмування і мають обмежені можливості для подальшого розвитку. Об'єктно-орієнтований підхід (ООП), який зарекомендував себе ефективною технологією в системному і прикладному програмуванні, забезпечує більш радикальні засоби для бажаної інтеграції і модифікації програмного забезпечення. Природна спільність принципів ООП і методологічних основ обчислювальної математики була досліджена у роботах С.В. Морозова, О.П. Поліщука, В.А. Семенова, О.А. Тарлапана, Є.Ю. Ширяєвої, Й. Арндта, К.Г. Баджа, Т. Вельдхайзена, Р. Позо та К. Ремінгтон, А.Д. Робінсона, М. Томміла, Б. Хайбле, К.С. Хорстманна та інших, проте застосування ООП до вивчення курсу чисельних методів досі є недослідженою проблемою. В зв'язку з цим наукового і практичного значення набуває дослідження можливостей застосування ООП до програмування задач обчислювального характеру, а також створення єдиного об'єктно-орієнтованого математичного середовища для підтримки курсу чисельних методів.

Вище названі чинники зумовили вибір теми нашого дослідження: **“Активізація пізнавальної діяльності студентів при вивченні чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування”**. Тема дослідження входить до плану науково-дослідних робіт Криворізького державного педагогічного університету як складова колективної теми кафедри інформатики та прикладної математики та затверджена в бюро Ради з координації наукових досліджень в галузі педагогіки і психології АПН України (протокол №8 від 05.12.2000 р.).

**Об'єктом дослідження** є активізація пізнавальної діяльності студентів педвузів у процесі навчання чисельних методів засобами об'єктно-орієнтованого програмування.

**Предметом дослідження** є методична система навчання чисельних методів засобами об'єктно-орієнтованої технології програмування.

**Основна мета дослідження** – дослідити можливості об'єктної методології програмування щодо активізації пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання чисельних методів та розробити науково обґрунтовану методику викладання чисельних методів з використанням об'єктно-орієнтованої технології програмування.

У процесі дослідження була висунута **гіпотеза**: систематичне і цілеспрямоване використання об'єктного підходу та спеціалізованих об'єктно-орієнтованих математичних бібліотек у процесі навчання чисельних методів дозволить суттєво активізувати пізнавальну діяльність студентів, привести підготовку студентів з цієї дисципліни у відповідність до сучасних вимог впевненого володіння НІТ (зокрема, новими технологіями програмування), підвищити практичну значущість вивчення чисельних методів та природним способом інтегрувати етапи вивчення чисельних методів та їх програмування.

Відповідно до мети, необхідно було розв'язати наступні **завдання**:

1. Здійснити психолого-педагогічний аналіз сучасного стану досліджень з проблеми пізнавальної активності з метою встановлення факторів, що сприяють її розвитку та з'ясувати шляхи її активізації при вивченні чисельних методів.
2. Проаналізувати еволюцію та сучасний стан вітчизняних та зарубіжних курсів обчислювальної математики і привести зміст курсу чисельних методів для педвузів у відповідність з можливостями об'єктно-орієнтованої технології програмування.
3. Розробити психолого-педагогічні основи активізації пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення чисельних методів в об'єктно-орієнтованій технології програмування.
4. Дослідити можливості застосування об'єктно-орієнтованого програмування до розв'язання задач обчислювальної математики.
5. Провести об'єктно-орієнтований аналіз і проектування об'єктної бібліотеки математичних об'єктів, обчислювальних алгоритмів та чисельних проблем.
6. Розробити методичну систему навчання курсу чисельних методів на основі об'єктно-орієнтованої технології програмування, спрямовану на активізацію пізнавальної діяльності студентів.
7. Експериментально перевірити ефективність розробленої методики.

Для розв'язання поставлених завдань застосовувались такі **методи досліджень**: теоретичний аналіз наукової, психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми дослідження, педагогічне спостереження, бесіди, анкетування, тестування, аналіз досвіду роботи викладачів, об'єктно-орієнтований аналіз та проектування, педагогічний експеримент (констатуючий, пошуковий та формуючий) із статистичним аналізом його результатів. Вибір методів дослідження визначався особливостями розв'язуваних нами завдань.

**Методологічною основою** дослідження є теорія пізнання, системно-структурний підхід до аналізу навчальної діяльності, положення психології та педагогіки про активність особистості у процесі пізнання, теорія навчання у вищій школі, загально-дидактичні положення. В ході дослідження враховувались також основні положення концепції об'єктних наукових обчислень.

**Наукова новизна дослідження** полягає в розробці методики навчання чисельних методів в об'єктно-орієнтованій технології програмування, спрямованої на активізацію пізнавальної діяльності студентів.

**Теоретичне значення дослідження** полягає в такому:

1. Запропоновано загальні підходи до моделювання об'єктів чисельного аналізу як комп'ютерних інтерпретацій відповідних алгебраїчних структур.
2. Виявлено дидактичні можливості використання технології об'єктно-орієнтованого програмування у процесі вивчення курсу чисельних методів.

**Практичне значення дослідження** визначається тим, що:

- 1) розроблено методичні основи активізації пізнавальної діяльності студентів в процесі навчання чисельних методів в об'єктно-орієнтованій технології програмування;
- 2) створено ефективні педагогічні програмні засоби на основі ООП, спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності студентів;
- 3) розроблено об'єктні бібліотеки мовами С++ та Паскаль:
  - класів цілих та раціональних чисел необмеженої довжини;
  - параметризованих векторних, поліноміальних та матричних об'єктів;
  - алгоритмічних та проблемних класів.
- 4) висунуті теоретичні положення доведені до практичної реалізації у вигляді навчального посібника з курсу чисельних методів [1] та комп'ютерних програмних засобів для реалізації чисельних методів.

**Особистий внесок** автора дисертації у праці, опубліковані в співавторстві, є таким: у навчальному посібнику [1] написані розділ 1, підрозділи 2.1, 2.3, 2.4, 2.6, 3.2.2, 4.1.2, 5.4.4, 5.5.3, 6.4, додаток (обсяг 173 сторінки); вся робота [4] написана разом зі співавторами.

**Обґрунтованість та вірогідність** отриманих у ході дослідження результатів забезпечується методологічними основами дослідження, відповідністю методів дослідження його меті і завданням, аналізом значного обсягу теоретичного та емпіричного матеріалу, результатами статистичного аналізу даних, отриманих в ході масового педагогічного експерименту, широким впровадженням як в навчальній, так і в науковій діяльності.

**Апробація** результатів дослідження здійснювалися:

- у виступах дисертанта на Всеукраїнській конференції молодих науковців “Інформаційні технології в науці та освіті” (Черкаси, 1997), Всеукраїнській конференції “Освітні стандарти та зміст шкільних і вузівських курсів інформатики” (Бердянськ, 1997), III Міжнародній науково-технічній конференції “Сучасні технології в аерокосмічному комплексі” (Житомир, 1997), Міжнародній науково-практичній конференції “ELBRUS’97. Новые информационные технологии и их региональное развитие” (Нальчик, 1997), Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми електронної промисловості у перехідний період” (Луганськ, 1998), Міжнародній науково-методична конференція “Методичні та організаційні аспекти використання мережі Internet в закладах науки та освіти” (Вінниця, 1998), Всеукраїнському науково-методичному семінарі з питань використання засобів сучасних інформаційних технологій в навчальному процесі (Київ, НПУ ім. М.П. Драгоманова, 1998), Всеукраїнській конференції “Комп’ютерне моделювання та інформаційні технології в освітній діяльності” (Кривий Ріг, 1999), Всеукраїнському науково-методичному семінарі “Інформаційні технології в навчальному процесі” (Одеса, 1999), Міжвузівській науковій конференції “Математика, її застосування та викладання” (Кіровоград, 1999), VII Міжна-

родній конференції “Математика. Комп’ютер. Образование” (Дубна, 2000), Всеукраїнській конференції “Комп’ютерне моделювання та інформаційні технології в природничих науках” (Кривий Ріг, 2000);

- шляхом публікації результатів дослідження;
- у навчальному посібнику та ППЗ, підготовлених за участю автора.

Результати дослідження *впроваджувалися* в процесі експериментального викладання курсів “Чисельні методи у об’єктній методології”, “Методи математичного моделювання” у Криворізькому державному педагогічному університеті та “Методи обчислень” у Криворізькому технічному університеті.

**Структура дисертації.** Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (268 найменувань обсягом 25 сторінок), додатків (3 додатки обсягом 40 сторінок). Обсяг дисертації – 190 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У *вступі* сформульовано проблему дослідження, обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і завдання дослідження, розкрито наукову новизну, теоретичне і практичне значення роботи, охарактеризовано апробацію отриманих у ході дослідження результатів, сформульовано основні положення, що виносяться на захист.

У *першому розділі* “Психолого-педагогічні основи активізації пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання чисельних методів засобами об’єктно-орієнтованого програмування” проаналізовано еволюцію, сучасний стан та перспективи розвитку курсу чисельних методів у вищій школі; на основі аналізу наукової, психолого-педагогічної і методичної літератури обґрунтовано необхідність підвищення рівня пізнавальної активності студентів при викладанні курсу чисельних методів; подано аналіз різних підходів до визначення поняття пізнавальної активності та її компонентів; виділено критерії та рівні активності пізнавальної діяльності студентів при вивченні курсу чисельних методів; визначено роль і місце об’єктної методології, покладеної в основу сучасного підходу до дослідження та побудови складних систем; з’ясовано принципи застосування об’єктного підходу до розробки математичного програмного забезпечення; розглянуто можливості застосування об’єктно-орієнтованих бібліотек у курсі чисельних методів; проведено порівняльний аналіз основних мов програмування.

В результаті аналізу численних наукових, науково-методичних та психолого-педагогічних джерел, з урахуванням завдань дослідження, за основу нами було прийняте означення пізнавальної активності як складного інтегративного утворення особистості, що характеризує її індивідуальні особливості в процесі пізнавальної діяльності та складається з трьох компонентів: мотива-

ційного, змістовно-операційного та емоційно-вольового (М.С. Головань). При цьому під активізацією пізнавальної діяльності студентів розуміється цілеспрямована діяльність викладача, спрямована на розробку і використання такого змісту, форм, методів, прийомів і засобів навчання, які сприяють підвищенню пізнавального інтересу, активності, творчої самостійності студентів у процесі засвоєння знань, формування навичок і вмінь застосовувати їх на практиці (З.І. Слєпкань).

Пізнавальна активність має мотиваційно-вольову природу, оскільки пов'язана з вольовими рисами особистості: старанністю, організованістю, наполегливістю, цілеспрямованістю, самокритичністю, самостійністю. Визначальними характеристиками пізнавальної активності є пізнавальна потреба, пізнавальний інтерес, пізнавальна ініціатива, пізнавальна надситуативність.

Пізнавальна активність формується шляхом розвитку її структурних компонентів. Нижній рівень розвитку пізнавальної активності вимагає формування змістовно-операційного компонента, на основі якого формуються мотиваційний та емоційно-вольовий компоненти. Середній рівень вимагає формування усіх трьох компонентів, особливо – мотиваційного. Вищий рівень пізнавальної активності вимагає формування органічної єдності усіх трьох компонентів; особливу увагу при цьому слід приділяти розвитку емоційно-вольового компонента.

Для оцінки ефективності впливу системи засобів активізації учіння на основі виділених Т.І. Шамовою критеріїв нами була побудована діагностична таблиця оцінки рівня розвитку пізнавальної активності студентів III курсу фізико-математичного факультету КДПУ при вивченні курсу чисельних методів. Застосування її на етапі констатуючого експерименту показало, що рівень пізнавальної активності студентів є недостатнім для успішного засвоєння навчального матеріалу.

Виявлена розбіжність між високим потенціалом виучуваного предмету щодо формування інформаційної культури педагога та низьким рівнем пізнавальної активності при його вивченні вимагала розробки системи цілеспрямованої роботи викладача щодо формування і розвитку пізнавальної активності студентів, яка є запорукою підвищення якості засвоєння навчального матеріалу, розвитку мислення та творчих здібностей студентів.

У результаті проведеного нами дослідження еволюції та сучасного стану курсу чисельних методів у вищій школі шляхом аналізу відповідних підручників, навчальних посібників, методичних рекомендації тощо встановлено, що вітчизняні підручники з чисельних методів, видані у останні роки, з одного боку, високим математичним рівнем нагадують кращі підручники 60-70-х рр., а з іншого, відображають досягнення обчислювальної математики та програмування 20-30-річної давнини. Недосконалі спроби побудови математичних бібліотек для підтримку курсу чисельних методів, неврахування сучасних тенденцій розвитку чисельного математичного забезпечення та міжпредметних зв'язків чисельних методів з курсами програмування знижують ефективність засвоєння навчального матеріалу. Навіть у найвдаліших курсах основною тенденцією є механічне поєднання засобів обчислювальної математики та мов програмування, що суперечить



органічній єдності чисельних методів, орієнтованих на ЕОМ, та методів програмування, орієнтованих на ефективні обчислення.

Вказане протиріччя виявляється у всіх курсах, де чисельні методи реалізуються на ЕОМ засобами мов програмування, і змушує таких дослідників, як М.І. Жалдак, Ю.С. Рамський, С.А. Раков поставити питання про альтернативні шляхи вивчення цього курсу (зокрема, з використанням спеціалізованих ППЗ). На наш погляд, вимагає удосконалення не стільки зміст курсу чисельних методів, що складає його математичну частину, скільки зміна технології програмування чисельних методів, а саме: перехід у викладанні курсу чисельних методів від процедурної методології програмування до об'єктно-орієнтованої.

У ході дослідження нами були виявлені найважливіші чинники активізації пізнавальної діяльності студентів, ефективність яких може бути підсилена при використанні в навчанні програмних засобів, побудованих на основі ООП:

- розвиток мотивації, посилення інтересу до предмету, підвищення його практичної значущості;
- розвиток мислення, розумових здібностей студентів;
- індивідуалізація та диференціація навчання, розвиток самостійності;
- підвищення наочності навчання;
- розширення кола виучуваних чисельних методів при одночасному спрощенні їх програмування.

Для розробки методики активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні курсу чисельних методів нами було розглянуто передумови впровадження об'єктного підходу у практику викладання чисельних методів та реалізацію об'єктного підходу у об'єктно-орієнтованому програмуванні – найбільш природній методології програмування, яка, враховуючи особливості психічних процесів, дає можливість створювати чітко структуровані та осяжні складні програмні продукти. На основі синтаксичних ознак та принципів об'єктного підходу (абстрагування, інкапсуляції, модульності, ієрархії, типізації, паралелізму, стійкості) проведено порівняльний аналіз основних мов програмування та виділено мову C++ як таку, що відповідає принципам об'єктного підходу та є найбільш синтаксично простою.

Виділено фактори, згідно яких математична об'єктно-орієнтована бібліотека може розглядатися як базове інструментальне середовище для програмування чисельних методів:

1. Інкапсуляція чисельних методів у класах математичних об'єктів є більш сильною формою структуризації обчислювальних модулів, що підвищує наочність застосовуваних чисельних підходів.
2. Реалізація чисельних методів у вигляді наслідуваних методів споріднених математичних класів дозволяє природним чином виразити міру спільності математичних понять та ступінь універсальності застосування тих чи інших чисельних підходів у кожному конкретному випадку.

3. Нові типи даних утворюють своєрідну мову, максимально наближену до природної математичної, використовуючи яку можна програмувати чисельні методи у загальноприйнятих термінах та позначеннях.
4. Розробник програми виступає як користувач бібліотечних класів і замість підтримки внутрішніх даних може зосередити зусилля на предметному аспекті розроблюваних програм (приймаючи до уваги складність динамічно розміщуваних даних математичних об'єктів, зокрема, розріджених матричних об'єктів, зазначена перевага є досить помітною).
5. Механізм захисту даних, що забезпечується об'єктною технологією, сприяє підвищенню надійності розроблюваних програм.

В результаті аналізу можливостей застосування об'єктного підходу до розробки математичного програмного забезпечення ми дійшли висновку, що для розвитку пізнавальної активності студентів при вивченні чисельних методів найбільш доцільно використовувати бібліотеки математичних об'єктів – векторів, поліномів та матриць.

У *другому розділі* “Методична система активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування” з'ясовано можливості і напрямки застосування об'єктно-орієнтованих математичних бібліотек; викладено основні положення методичної системи активізації пізнавальної діяльності студентів в процесі навчання чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування; розкрито організацію і аналіз результатів педагогічного експерименту.

Цілі курсу полягають в ознайомленні з основними принципами побудови та дослідження математичних моделей; систематичному викладі найважливіших методів та прийомів обчислювальної математики, орієнтованих на машинні обчислення; навчанні навичок побудови та використання об'єктно-орієнтованих математичних бібліотек як специфічного засобу програмування обчислювальних задач; формуванні культури дослідницької роботи з використанням обчислювального експерименту.

Зміст курсу містить сукупність двох взаємопов'язаних складових: теоретичної та практичної. Теоретична складова спрямована на формування в студентів наукового теоретичного мислення, здатності до коректної постановки задач, передбачення наслідків прийнятих рішень і дій, свідоме і обґрунтоване використання засобів НІТ в навчанні та трудовій діяльності. Практична складова пов'язана з набуттям студентами умінь: конструювання і добору найбільш ефективних алгоритмів та готових бібліотечних підпрограм для розв'язування задач; виконання об'єктно-орієнтованого аналізу чисельних методів та проектування об'єктно-орієнтованих бібліотек чисельних проблем, алгоритмів та об'єктів; проведення обчислювального експерименту – вибору математичної моделі, створення на її основі дискретної моделі, складання алгоритму розв'язання обчислювальної про-

блеми з використанням чисельних методів, створення, налагодження та тестування програми, розрахунку за програмою, обробки й аналізу знайдених чисельних результатів.

Основними організаційними формами навчання чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування є лекції, які одночасно є і методом навчання, практичні та лабораторні заняття, самостійна науково-дослідна робота. Наявність авторського навчального посібника з курсу, що містить у собі більшість необхідного лекційного матеріалу, викликала до життя нову форму – лекції-семінари, на яких у формі диспуту відбувається розгляд теоретичного матеріалу, самостійно вивченого студентами за навчальним посібником.

Крім лекцій, у курсі використовуються такі методи навчання, як пояснення й евристична бесіда. Серед методів учіння найбільш ефективними для розвитку пізнавальної активності виявились моделювання та обчислювальний експеримент, вивчення підручників, навчальних посібників, першоджерел та інших матеріалів. Особливу увагу приділено ресурсам мережі Інтернет, що містять інформацію про чисельне об'єктно-орієнтоване програмне забезпечення, яке може бути ефективно використано для самостійної науково-дослідної роботи студентів.

Головним технічним засобом навчання, що застосовується в курсі, є комп'ютер, що виконує три основні функції: інформаційну, контролюючу та навчаючу. До програмних засобів, що виконують інформаційну функцію, відноситься авторський електронний підручник "Інформатика-96", до засобів автоматизованого навчання та тестування – система TUTOR, розроблена автором спільно з О.П. Поліщуком. Остання має підсистеми обліку знань, навчання, анонімного та рейтингового тестування і являє собою ефективний засіб активізації пізнавальної діяльності студентів як при поданні програмного матеріалу (система передбачає індивідуальний темп навчання), так і під час контролю його засвоєння завдяки диференційованому тестуванню, що дозволяє встановити рівень вимог студента щодо оцінки.

Вивчення змісту курсу чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування здійснюється у два етапи. На першому етапі відбувається об'єктивізація математичного знання шляхом побудови базису у вигляді математичних класів векторів, поліномів та матриць, які інкапсулюють у собі операції над елементами відповідних множин та типові процедури опрацювання даних, що базуються на цих операціях. Після завершення цієї роботи студенти одержують можливість записувати у своїх програмах операції над відповідними типами природною математичною нотацією.

На початку побудови бібліотеки як зразок розглядаються декілька класів, що можуть бути використані надалі у якості допоміжних. Зважаючи на те, що курс чисельних методів вивчається після вивчення процедурного та об'єктно-орієнтованого програмування, доцільно розглянути реалізований у бібліотеці C++ клас комплексних чисел. Введення класу, об'єкти якого моделюють комплексні числа, дозволяє, з одного боку, актуалізувати міжпредметні зв'язки математики та ін-

форматики, а з другого – підвести студентів до необхідності використання ООП при моделюванні об'єктів числової природи.

При побудові комплексного, векторного та поліноміального класів студенти використовують матеріал, засвоєний у попередніх курсах. Це дозволяє узагальнити наявні математичні знання, об'єктивізувати їх у класах мови програмування, сформувати навички побудови математичних об'єктів.

Актуалізація математичного знання, що виконується на початку побудови кожного класу, дає можливість провести його об'єктивізацію у найбільш раціональний спосіб. Поступовість та повторюваність дій, що виконуються при цьому, дозволяє створити ситуацію успіху навіть для студентів з низьким рівнем пізнавальної активності. При цьому не вимагається виконання повного циклу об'єктно-орієнтованого аналізу, проектування та програмування – на етапі об'єктивізації математичного знання такі студенти повинні усвідомити інструментальну роль математичних класів, що будуються, та навчитися використовувати об'єкти цих класів при програмуванні чисельних методів.

Згідно концепції об'єктної тріади В.А. Семенова, вивчення кожного розділу чисельних методів вимагає побудови відповідного алгоритмічного класу (з використанням раніше визначених математичних) з подальшим тестуванням його методів у проблемному класі.

Ця робота виконується на другому етапі вивчення курсу чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування, коли довільній групі чисельних методів ставиться у відповідність конкретна прикладна задача, яка вимагає їх використання. Так, при вивченні методів розв'язування диференціальних рівнянь ставиться задача комп'ютерного моделювання поведінки лінійної динамічної системи з розрахунком вільних та вимушених рухів під дією стандартизованих збурень типу імпульсного та ступінчатого впливів, гармонічних функцій та довільних функцій часу. Задача розв'язується як за допомогою програмної реалізації аналітичного операторного методу, так і за допомогою кінцево-різницевої схем Адамса-Башфорта-Моултона з можливістю порівняння результатів. При цьому інтенсивна робота з комплексними, матричними, векторними та поліноміальними об'єктами не створює жодних технічних утруднень за рахунок виконаних на першому етапі побудов, що дозволяє досягти максимального наближення тексту програмної реалізації чисельного методу до його алгоритмічного опису.

Запропонована побудова курсу дає можливість організувати вивчення чисельних методів на трьох рівнях: базовому, підвищеному та розширеному.

На базовому рівні студенти програмують прикладні задачі, що вимагають застосування чисельних методів, з використанням готової бібліотеки математичних об'єктів. Бібліотека тут виступає як допоміжний засіб, що полегшує програмну реалізацію. Студенти мають можливість ро-

зширювати її власними математичними, проблемними та алгоритмічними класами протягом усього курсу.

На підвищеному рівні перед тим, як приступати до програмування чисельних методів, студенти виконують об'єктно-орієнтований аналіз та проектування власної бібліотеки математичних об'єктів згідно запропонованої викладачем схеми. При цьому вони отримують можливість не лише розширення бібліотеки, а й повного її перепроєктування з метою подання математичних об'єктів у зручній для себе формі.

На розширеному рівні ми звертаємо увагу студентів на інші числові об'єкти – гіперкомплексні числа, цілі та раціональні числа необмеженої довжини (точності) тощо, не обмежуючись побудовою виділених класів векторів, поліномів та матриць. Реалізація цього рівня відбувається шляхом виконання курсових проєктів, творчих та конкурсних робіт і виконуються, як правило, групою від двох до п'яти студентів.

Така диференціація дозволяє організувати спільне навчання студентів, що мають різні рівні пізнавальної активності з повним завантаженням членів кожної групи. Успішне засвоєння базового рівня відповідає середньому рівню розвитку пізнавальної активності, засвоєння підвищеного та розширеного – високому рівню розвитку пізнавальної активності. Студенти з низьким рівнем пізнавальної активності – це ті, котрі повністю або частково не засвоюють навчальний матеріал з курсу на базовому рівні. Проте на якому б рівні не відбувалося вивчення чисельних методів, етап об'єктивізації математичного знання присутній завжди. На базовому рівні не вимагається побудова власної бібліотеки математичних об'єктів, але використання неможливе без розуміння механізму побудови останньої.

У ході дослідження визначені основні методичні підходи залучення студентів у активну навчально-пізнавальну діяльність під час навчання з використанням об'єктно-орієнтованої технології програмування:

- формування розуміння студентами ООП як цілісного поняття інформатики, що покладено в основу розробки і використання складних програмних систем;
- забезпечення оволодіння студентами теорією об'єктних обчислень та набуття практики відображення математичних об'єктів в класах мови програмування;
- розкриття необхідності і корисності засвоєння нових знань шляхом надання кожному виучуваному чисельному методу прикладного характеру, завдяки чому краще розвивається мотиваційний компонент пізнавальної активності;
- диференціація завдань на етапі об'єктивізації наявного математичного знання з метою вирівнювання знань студентів;
- використання системи додаткових самостійних завдань для студентів з високим рівнем пізнавальної активності.

З метою перевірки справедливості висунутої гіпотези та визначення ефективності запропонованої методики навчання чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування нами проводився педагогічний експеримент із залученням 390 студентів Криворізького державного педагогічного університету (спеціальності “Математика та інформатика” та “Фізика та інформатика”) та Криворізького технічного університету (спеціальність “Професійне навчання”). Результативність розробленої методики навчання чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування перевірялася на великій кількості груп. Студенти експериментальних груп навчалися за навчальним посібником [1], в якому була реалізована концепція дослідження.

Мета експерименту:

- виявити рівень розвитку пізнавальної активності студентів;
- проаналізувати та виявити методології та мови програмування, які найбільш ефективні для розвитку пізнавальної активності в процесі навчання чисельних методів;
- уточнити шляхи та методичні прийоми розвитку пізнавальної активності в процесі навчання чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування.

Для досягнення мети експерименту були розв'язані такі завдання:

1. Визначення показників та критеріїв для вимірювання рівнів розвитку пізнавальної активності студентів.
2. Виділення рівнів розвитку пізнавальної активності студентів в процесі навчання чисельних методів.
3. Уточнення шляхів та методичних прийомів розвитку пізнавальної активності в процесі навчання чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування.
4. Перевірка ефективності розробленої методики із застосуванням методів математичної статистики.

Педагогічний експеримент проходив у три етапи:

- 1) констатуючий (вересень 1996 р. – червень 1997 р.);
- 2) пошуковий (вересень 1997 р. – червень 1998 р.);
- 3) формуючий (вересень 1998 р. – червень 2000 р.).

На першому етапі (1996–1997 рр.) здійснювався аналіз наявної літератури з проблеми дослідження, вивчався досвід роботи викладачів, розроблялося об'єктно-орієнтоване програмне забезпечення для підтримки курсів лінійної алгебри та чисельних методів. Був проведений констатуючий експеримент, за наслідками якого були визначені критерії та виділені рівні розвитку пізнавальної активності студентів. В результаті експерименту було встановлено, що рівень пізнавальної активності студентів при вивченні курсу чисельних методів є недостатнім.

Під час експерименту було апробоване авторське середовище TUTOR, в якому містився навчальний матеріал (лекційний курс, лабораторний практикум та серія тестів) з чисельних методів, та електронний підручник “Інформатика-96”.

На другому етапі (1997–1998 рр.) були виділені основні аспекти проблеми дослідження, сформована концепція, гіпотеза і завдання дослідження, проаналізовано еволюцію та сучасний стан вітчизняних і зарубіжних курсів чисельних методів, розкрито можливості об’єктної методології до розв’язування задач обчислювальної математики.

Виділення вихідних теоретичних положень дослідження, наявність необхідних експериментальних даних дали змогу організувати і провести пошуковий експеримент. У ході експерименту автором було розроблено та прочитано факультативний курс “Використання алгебраїчних структур при моделюванні атомних процесів у фізиці твердого тіла” для студентів старших курсів і аспірантів фізико-математичного факультету КДПУ. Окремі частини розробленого факультативного курсу були використані у методичних рекомендаціях для студентів спеціальності “Математика та інформатика”, що містять необхідні відомості з лінійної алгебри, приклади програмної реалізації матричного класу та побудовані на його основі програми регресійного аналізу експериментальних даних.

На третьому етапі (1998–2000 рр.) проводився формуючий експеримент з проблеми дослідження. Мета формуючого експерименту полягала в перевірці ефективності запропонованої методики розвитку пізнавальної активності в процесі навчання чисельних методів на основі об’єктної методології. В процесі експерименту були виділені особливості об’єктивізації математичного знання і відповідні методичні прийоми. Результати експерименту знайшли відображення в діючих програмах викладання курсу чисельних методів у Криворізькому державному педагогічному університеті та Криворізькому технічному університеті.

На кожному етапі експерименту аналізувалися одержані результати, вносилися відповідні корективи, уточнювалися вихідні теоретичні положення дослідження і методика. Для забезпечення однакових умов проведення формуючого експерименту в контрольних та експериментальних групах навчання здійснювалося за можливості одним і тим же викладачем. Щоб виключити випадковість в оцінюванні рівня розвитку пізнавальної активності студентів, у спірних випадках проводилась співбесіда, в ході якої студентам пропонувалося відповісти на додаткові запитання і виконати завдання, які дають змогу з’ясувати рівень розвиненості у них кожного з компонентів пізнавальної активності.

Опрацювання результатів експерименту та оцінка ефективності запропонованої методики здійснювалася методами математичної статистики. Нами не було виявлено статистично значущих відмінностей в експериментальній та контрольній вибірках на етапі констатуючого експерименту. Були виявлені статистично значущі відмінності в експериментальній та контрольній вибірках, а

також відмінності в контрольній вибірці перед формуючим експериментом і після його проведення. Враховуючи, що в експериментальних групах був введений змінний фактор – методичні прийоми і засоби навчання чисельних методів у об’єктно-орієнтованій технології програмування, спрямовані на розвиток пізнавальної активності, можна припустити, що саме це і дало можливість досягти кращих результатів.

Отже, можна говорити, що педагогічний експеримент підтвердив гіпотезу нашого дослідження. Аналіз його результатів свідчить про підвищення рівня пізнавальної активності студентів у процесі навчання чисельних методів засобами об’єктно-орієнтованої технології програмування, а, отже, і про ефективність розробленої методики.

У ході дослідження були розв’язані всі його завдання та отримано такі основні результати:

- 1) уточнено структуру поняття пізнавальної активності;
- 2) встановлено рівні розвитку пізнавальної активності студентів у процесі навчання чисельних методів;
- 3) досліджено можливості застосування об’єктно-орієнтованого програмування до розв’язування задач обчислювальної математики та визначено принципи застосування об’єктного підходу до розробки математичного програмного забезпечення;
- 4) виконано об’єктно-орієнтований аналіз і проектування об’єктної бібліотеки математичних об’єктів, обчислювальних алгоритмів та чисельних проблем;
- 5) створено методичну систему навчання чисельних методів на основі об’єктно-орієнтованої технології програмування;
- 6) проведено педагогічний експеримент, який підтвердив ефективність запропонованої методики розвитку пізнавальної активності студентів;
- 7) розробка висунутих теоретичних положень доведена до практичної реалізації у вигляді навчальних посібників для студентів з курсу чисельних методів та автоматички.

Аналіз та узагальнення матеріалів дослідження дають підстави зробити такі **висновки**:

1. Цілеспрямоване формування пізнавальної активності в процесі навчання на основі об’єктно-орієнтованої технології програмування підвищує якість знань студентів, надає результатам навчання практично значущого характеру, розвиває прийоми та властивості мислення, створює необхідні умови для розвитку в студентів творчого мислення, виховує в них відповідальність, силу волі, ініціативність.
2. Застосування об’єктно-орієнтованих бібліотек математичних, алгоритмічних та проблемних класів суттєво прискорює процес програмної реалізації методу, скорочуючи обсяг програми та витрати часу на її написання, роблячи її більш “прозорою” за рахунок підвищення рівня абстракції до операцій над новими типами даних.



3. Конструктивна побудова курсу чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування дозволяє розширити його розділами, програмна реалізація яких у процедурній методології викликає утруднення, ліквідувати повторюваність чисельних методів у різних розділах курсу, інтегрувати чисельні методи у єдину ієрархію математичних об'єктів за принципами ООП, залучити до курсу ефективні аналітичні та напівчисельні методи, по-новому поглянути на традиційні методи і розширити межі їх застосування.
4. Запровадження об'єктного підходу в навчальний процес впливає на методичну систему навчання чисельних методів на всіх її рівнях:
  - на рівні цілей навчання – з'являється мета вивчення чисельних методів як логічного продовження курсів математики та програмування і необхідної основи курсу моделювання; навчання навичок побудови і використання об'єктно-орієнтованих математичних бібліотек як специфічного засобу програмування обчислювальних задач;
  - на рівні змісту навчання – виникає потреба якісної перебудови усього курсу чисельних методів;
  - на рівні методів навчання – дозволяє ширше застосовувати продуктивні, розвиваючі методи навчання дослідницького характеру;
  - на рівні засобів навчання – виникає можливість побудови об'єктно-орієнтованих ППЗ, таких як інструментально-виконавча система навчання та тестування TUTOR;
  - на рівні організаційних форм – впровадження таких прогресивних форм навчання, як групова та індивідуально-диференційована та поява такої форми, як лекції-семінари.

***Основний зміст дисертації викладено у таких публікаціях:***

1. Полищук А.П., Семериков С.А. Методы вычислений в классах языка C++: Учебное пособие. – Кривой Рог: Издательский отдел КГПИ, 1999. – 350 с.
2. Семериков С.О. Об'єктно-орієнтований підхід як засіб активізації пізнавальної діяльності // Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики. Збірник наукових праць. Випуск третій. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 1999. – С. 69-75.
3. Семериков С.О. Чисельні методи: об'єктний підхід // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Збірник наукових праць. Випуск 2. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2000. – С. 122-128.
4. Соловійов В.М., Семериков С.О., Теплицький І.О. Інструментальне забезпечення курсу комп'ютерного моделювання // Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2000. – № 4. – С. 28-31.

**Семеріков С.О. Активізація пізнавальної діяльності студентів при вивченні чисельних методів у об'єктно-орієнтованій технології програмування.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання інформатики. – Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ, 2001.

В дисертації обґрунтована можливість активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні чисельних методів із застосуванням об'єктно-орієнтованих бібліотек математичних, алгоритмічних та проблемних класів. Розроблено методика вивчення курсу “Чисельні методи” на фізико-математичних факультетах педагогічних та програмуючих спеціальностях технічних вузів.

**Ключові слова:** активізація пізнавальної діяльності, чисельні методи, об'єктно-орієнтована технологія програмування, бібліотека класів, методика вивчення.

**Семериков С.А. Активизация познавательной деятельности студентов при изучении численных методов в объектно-ориентированной технологии программирования.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения информатике. – Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова, Киев, 2001.

В диссертации теоретически обоснована и экспериментально апробирована методика активизации познавательной деятельности студентов при изучении численных методов с применением объектно-ориентированных библиотек математических, алгоритмических и проблемных классов.

В ходе исследования установлено, что уровень развития познавательной активности студентов при изучении численных методов недостаточен для успешного усвоения учебного материала. Целенаправленная деятельность преподавателя по формированию и развитию познавательной активности студентов – условие повышения качества усвоения учебного материала и развития творческой самостоятельности студентов в усвоении знаний.

Рассмотрены предпосылки внедрения объектного подхода в практику преподавания численных методов и реализацию объектного подхода в объектно-ориентированном программировании – методологии программирования, которая, учитывая особенности психических процессов, дает возможность создавать четко структурированные и обозримые сложные программные продукты. На основе синтаксических признаков и принципов объектного подхода (абстрагирования, инкапсуляции, модульности, иерархии, типизации, параллелизма, устойчивости) проведен сравнительный анализ основных языков программирования и выбран язык C++ как отвечающий принципам объектного подхода, синтаксически простой и пригодный для применения в учебном процессе высшей школы.

Выделены факторы, согласно которым математическая объектно-ориентированная библиотека может рассматриваться в качестве базовой инструментальной среды для программирования численных методов:

- базовые типы векторов, полиномов, матриц могут использоваться совместно со встроенными в язык числовыми типами;
- новые типы данных образуют своеобразный язык, максимально приближенный к естественному математическому, использование которого дает возможность программировать численные методы в общепринятых терминах и обозначениях;
- система классов, составляющих основу объектно-ориентированной математической библиотеки, может быть дополнена и расширена в соответствии с потребностями предметной области.

Изложены основные положения методики развития познавательной активности студентов в процессе изучения численных методов в объектно-ориентированной технологии программирования, созданной на основе закономерностей процесса обучения с учетом системы дидактических и психологических принципов обучения. Для вовлечения студентов в активную учебно-познавательную деятельность эффективными оказались такие методические приемы:

- раскрытие необходимости и полезности усвоения новых знаний путем придания каждому изучаемому численному методу прикладной направленности, благодаря чему лучше развивается мотивационный компонент познавательной активности;
- дифференциация задач на этапе объективизации имеющегося математического знания с целью выравнивания знаний студентов до базового уровня;
- использование системы дополнительных самостоятельных задач для студентов с высоким уровнем познавательной активности с целью равномерного усвоения материала студентами с разным ее уровнем.

Предлагаемое построение курса дает возможность организовать изучение численных методов на трех уровнях: базовом, повышенном и расширенном.

В ходе педагогического эксперимента доказана (с использованием метода проверки статистических гипотез по критериям Пирсона и Колмогорова) эффективность предложенной методики развития познавательной активности студентов в процессе изучения численных методов в объектно-ориентированной технологии программирования. У студентов экспериментальных групп отмечено повышение качества знаний, усиление интереса к изучению численных методов и их использованию в прикладных исследованиях.

Основные результаты исследования:

- 8) обоснована возможность активизации познавательной деятельности студентов при изучении численных методов средствами современных технологий программирования;

- 9) уточнена структура понятия познавательной активности и установлены уровни развития познавательной активности студентов в процессе изучения численных методов;
- 10) определены принципы применения объектного подхода к разработке математического программного обеспечения, выполнен объектно-ориентированный анализ и проектирование библиотеки математических объектов, вычислительных алгоритмов и численных проблем;
- 11) разработка выдвинутых теоретических положений доведена до практической реализации в виде учебного пособия “Методы вычислений в классах языка C++” для студентов вузов.

**Ключевые слова:** активизация познавательной деятельности, численные методы, объектно-ориентированная технология программирования, библиотека классов, методика изучения.

**Semerikov S.A. Activization of students' cognitive activity at teaching the numerical methods in object-oriented technology of programming.** – Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of pedagogical sciences on speciality 13.00.02 – theory and methods of teaching informatics. – National Pedagogical University named after M.P. Dragomanov, Kyiv, 1999.

The possibility of activization of students' the cognitive activity at teaching the numerical methods with using of object-oriented libraries of mathematics, algorithm and problem classes is grounded in the thesis. The methods of teaching the course “Numerical methods” at physical-mathematical faculties of the pedagogical schools institutions and at programming specialities of technical higher educational institutions are worked out.

**Key words:** activization of cognitive activity, numerical methods, object-oriented technology of programming, class library, methods of teaching.