

УДК 378.047

Когут Уляна Петрівна, здобувач Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, м. Київ

ПЕРЕДУМОВИ ЕФЕКТИВНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ІКТ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС БАКАЛАВРІВ ІНФОРМАТИКИ ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Анотація

У статті проаналізовано чинники забезпечення ефективної інтеграції інформаційних технологій у навчальний процес, зокрема розглянуті основні переваги і недоліки застосування інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі. Наведено способи класифікації за призначенням, структурою та функціями відповідних програмних продуктів і вимоги до них для використання в освітньому процесі. Досліджено застосування систем комп'ютерної математики (СКМ) як інноваційної педагогічної технології. Впровадження таких систем у навчання є перспективним напрямом удосконалення підготовки фахівців у системі вищої освіти, тому наведено деякі рекомендації для підвищення ефективності даного процесу.

Ключові слова: інформаційні технології навчання, системи комп'ютерної математики, критерії вибору програмних засобів, професійна підготовка бакалаврів інформатики.

Актуальність теми дослідження. Впровадження інформаційних технологій у різні галузі людської діяльності призвело до прискорення розвитку суспільних і економічних процесів, науково-технічного прогресу, інтелектуалізацію людської діяльності. Показники використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у різних сферах життя суспільства є предметом моніторингу різних міжнародних організацій [17].

Для забезпечення ефективної інтеграції інформаційних технологій у навчальний процес, недостатньо лише мати на занятті комп'ютер, а й необхідно враховувати фізичні, людські, фінансові та політичний фактори, які суттєво впливають на успішність застосування інформаційних технологій у вищих

навчальних закладах. Виокремлення і дослідження впливу різноманітних чинників на ефективність організації навчального процесу з ІКТ є актуальною проблемою, бо відсутність хоча б одного з них може змарнувати зусилля педагогів.

Постановка проблеми. Постає необхідність визначення факторів впливу ефективної інтеграції інформаційних технологій у навчальний процес бакалаврів інформатики педагогічного університету, удосконалення методів викладання інформатичних дисциплін шляхом застосування СКМ як одного із засобів активізації навчальної діяльності. Необхідна систематизація напрямків розвитку СКМ для визначення найбільш доцільних шляхів їх педагогічного застосування.

Метою дослідження є аналіз умов ефективної інтеграції інформаційних технологій в навчальний процес бакалаврів інформатики, виявлення тенденцій розвитку й науково-методичного опрацювання СКМ для викладання інформатичних дисциплін.

Ступінь розробки проблеми. Створення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем і напрямки застосування інформаційних технологій у навчальному процесі були розглянуті в роботах А. Ф. Верланя [2], М. І. Жалдака [6; 7], Н. В. Морзе [9], С. А. Ракова [14], Ю. В. Триуса [16] та ін.

Нерозроблені раніше частини проблеми. У вітчизняній навчальній і методичній літературі з'явилися видання, що призначені питанням використання засобів ІКТ у підготовці бакалаврів інформатики, проте в них не повністю висвітлено питання методики організації діяльності студентів у процесі навчання фундаментальних інформатичних дисциплін на основі засобів ІКТ.

Виклад основного матеріалу. Навчальне середовище, у якому можливе повноцінне використання інформаційних технологій, створюється внаслідок поєднання декількох передумов, а саме:

- спільного бачення процесу інтеграції інформаційних технологій у всіх учасників навчального процесу і за умови сприяння й підтримки з боку керівництва системою освіти;
- наявності певного досвіду викладачів у галузі використання освітніх інформаційних технологій;
- знання освітніх стандартів і наявності ресурсів для навчальних курсів;

- володіння особистісно-орієнтованою методикою навчання;
- оцінювання ефективності застосування інформаційних технологій у навчальному процесі;
- наявності технічної допомоги під час використання й обслуговування технологічних ресурсів;
- належної фінансової підтримки тривалого використання інформаційних технологій;
- наявності відповідної політики і стандартів, що підтримують новітні навчальні середовища;
- доступу до сучасних інформаційних технологій, зокрема до програмного забезпечення і телекомунікаційних мереж.

Поняття «доступу до навчання» передбачає можливість і наявність необхідних послуг і є первинним відносно таких характеристик навчання, як доступність, а також якість й ефективність. Без реалізації доступу неможливо говорити про доцільність організації середовища та інші властивості навчання [17].

Гармонійне поєднання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій з традиційними методичними системами може складати основу успішного формування інформаційних технологій навчання. За кордоном та у нашій країні [5; 12] використовують різні методи і моделі навчання з використанням засобів ІКТ в навчальному процесі

Використання інформаційно-комунікаційних технологій повинно бути педагогічно виправдане й обґрунтоване. Хоча деякі елементи ІКТ можуть мати певні *недоліки* [13]:

- ✓ збої в роботі комп'ютера – внаслідок недосконалості програмного забезпечення і незадовільного стану апаратної частини можуть видаватися повідомлення про помилки, що не мають безпосереднього відношення до розв'язування поставленої задачі;
- ✓ нестійкість до неправильних дій – неправильно введені дані або невідповідність уведених даних встановленим стандартам операційної системи можуть викликати збої в роботі програми або неправильну відповідь;
- ✓ надмірна категоричність – програма не сприймає розв'язок задачі, який не передбачений у програмному забезпеченні, нівелюється творчий підхід;

- ✓ неадекватність суджень оцінок – не враховуються попередні результати навчання;
- ✓ недостатня або надмірна допомога – підказки подаються в загальному вигляді, що не дає можливості знайти правильну відповідь, або навпаки подаються надто детально, що зменшує роль студента в пошуку розв'язку задачі.

Слід зазначити, що кожен програмний засіб необхідно розглядати окремо, тому що недоліки одного можуть бути відсутні в іншому.

До основних *переваг* застосування інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі можна віднести [3]: мотивація навчання; активізація діяльності студентів у процесі навчання; індивідуалізація навчання – коли програма враховує попередні відповіді на поставлені задачі, а також враховує вікові і психологічні особливості й забезпечує різні шляхи подання навчального матеріалу, рівня допомоги, необхідного для успішного засвоєння матеріалу; залучення до науково-дослідницької роботи; можливість візуалізації результатів проведеного дослідження або розв'язування задачі; розширення можливостей подання навчального; збільшення бази навчальних задач – забезпечує збільшення кількості і введення нових типів навчальних задач, з можливістю впливати на процес розв'язку задач; контроль за навчальним процесом; зменшення рутинної роботи – комп'ютер використовується як засіб для розрахунку, який проводить рутинні проміжні розрахунки, що зменшує втомлюваність під час розв'язування задачі і збільшує час на пошук оригінальних ідей і реалізації творчих здібностей.

На нашу думку, використання інформаційних технологій у навчальному процесі під час підготовки бакалаврів інформатики надає можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів шляхом візуалізації складних для розуміння математичних і фізичних понять. Досить важливими для майбутнього вчителя інформатики є образне мислення, впевненість у собі, уміння висловлювати гіпотези, проводити експерименти. Такі якості розвиваються в тому числі й під час розв'язання задач графічним способом.

Для ІКТ навчального призначення, як і для будь-яких традиційних засобів і систем навчання, є визначені основні і загальні принципи дидактики: принцип єдності навчання, виховання і розвитку; принципи науковості і систематичності; свідомості і творчої активності учнів у навчанні; принцип наочності, принцип

міцності засвоєння знань, формування умінь і навичок; принцип диференційованого підходу до навчання кожного учня за умов колективної роботи класу; принцип розвивального навчання [8].

Застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освіті призводить до вдосконалення системи навчання, що передбачає зміни в змісті, формах, методах і засобах навчання. Зв'язок між ними Н. В. Морзе пропонує подати у вигляді схеми (рис. 1) [10].

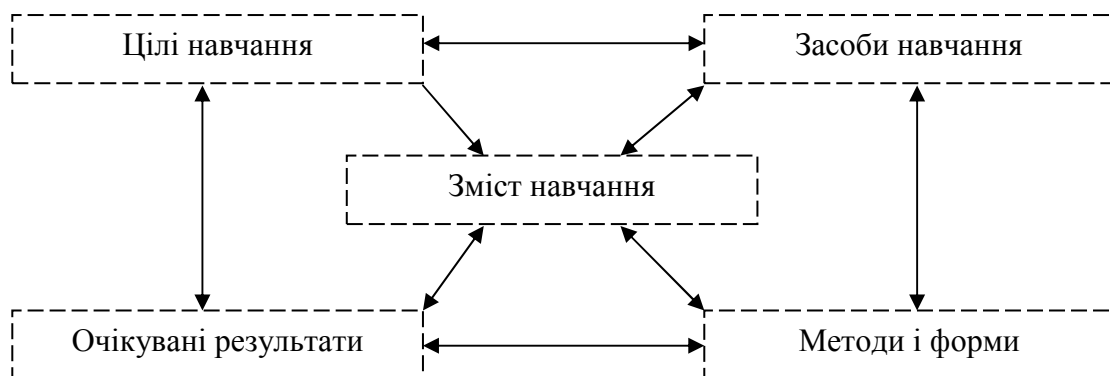


Рис. 1. Зв'язок між цілями, змістом, методами та формами (за Морзе Н. В.)

Широке впровадження засобів ІКТ в навчальний процес дає можливість значно посилити зв'язок змісту навчання з повсякденним життям, надати результатам навчання практичного значення, можливості застосування до розв'язування повсякденних життєвих проблем, задоволення практичних потреб, що є одним з аспектів гуманітаризації освіти [7].

Застосування ІКТ відкриває широкі можливості перед студентом під час проведення науково-навчального дослідження. Засоби ІКТ надають можливість звернути і зосередити увагу на важливих моментах досліджуваного матеріалу, визначенні мети і проведенні комп'ютерного експерименту. Провівши необхідні дослідження і проаналізувавши його результати, студент може висувати гіпотези стосовно виявлених закономірностей, спостерігати зв'язки між різними параметрами, експериментального підтвердження чи спростування висунутих гіпотез. Такий підхід призводить до виникнення нових пізнавальних навичок і потреби в нових знаннях.

Використання моделюючого програмного забезпечення, надає можливість не тільки створювати тривимірні моделі явищ або процесів, а також розглянути їх під різними кутами, переміщати і перетворювати, змінювати значення параметрів і спостерігати явища в динаміці. Це допомагає розвивати образне мислення і просторову уяву, що є важливим для майбутньої діяльності вчителя інформатики.

Доцільно гармонійно поєднувати застосування сучасних ІКТ з іншими засобами навчання. Це пов'язано з тим, що: програмний продукт не може адекватно оцінити метод розв'язування задачі, який не був передбачений розробником; виховання повноцінного громадянина не можливо без безпосереднього спілкування людей між собою; існує достатня кількість задач, які неможливо розв'язати за допомогою програмних засобів; неможливо правильно дібрати і використати програмний продукт без знання теоретичних основ розв'язування задачі.

У навчальному процесі педагогічного університету недостатньо використовується дослідницький підхід з використанням ІКТ у навчанні. Це пояснюється низьким рівнем компетентності учителів у галузі інформатики, ІКТ, педагогіки, а це, у свою чергу, обумовлено недостатньою розробленістю питань дослідницького підходу в підготовці бакалаврів інформатики з використанням ІКТ.

Ефективність навчальної діяльності бакалаврів інформатики значною мірою визначається якістю використовуваних програмних засобів. Основні вимоги, пропоновані до таких програм – це, звичайно, простота введення і корегування вхідних даних, а також візуалізація (наочність) результатів розрахунку.

Майже всі програмні продукти прийшли у навчальний процес з комерції: текстові процесори, електронні таблиці, засоби створення презентацій, системи управління базами даних, графічні редактори [1]. У зв'язку з цим постає необхідність відбору програмних засобів, які доцільно використовувати в навчальному процесі вищого педагогічного навчального закладу.

Габрусев В. Ю., аналізуючи програмні засоби, які доцільно використовувати в навчальному процесі, перелічує вимоги з урахуванням діяльнісного підходу [4]:

- необхідність врахування індивідуальних вікових і психологічних особливостей користувачів;
- уміння застосовувати інформаційні технології у нестандартних ситуаціях, що виникають під час розв'язування задач;
- використання різних програмних засобів повинно розвивати рефлексивно-теоретичне мислення, яке за допомогою логіко-математичних засобів надає можливість людині планувати пізнавально-дослідницькі дії і розвиває особистість.

На нашу думку, варто доповнити зазначені вимоги можливістю формувати системне бачення програмного забезпечення, тобто виділяти загальні закономірності роботи з ним.

Існує велика кількість різних програмних продуктів, які можуть бути використані у навчанні й подальшій науково-дослідницькій роботі. Науково-дослідницьке програмне забезпечення за призначенням, структурою та функціями можна умовно поділити на кілька груп, а саме:

1. *Математичні пакети вузької спеціалізації*: GAP, Macaulay, Singular та ін.
2. *Програмні засоби візуалізації математичних даних*: GnuPlot, JMol, LaTeX.
3. *Системи геометричного моделювання*: Autodesk 3ds Max, ANSYS та ін.
4. *Системи комп'ютерної математики*: Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima, Sage та ін.

На нашу думку, СКМ виділені в окрему групу завдяки тому, що є більш універсальними й об'єднують в собі функції засобів інших типів, наприклад другого і третього, на противагу першому типу, що має більш обмежене застосування.

Під *системами комп'ютерної математики* будемо розуміти поліфункціональні, універсальні програмні засоби, призначені для ефективного виконання математичних операцій з даними як у символній, так і в числовій формі, візуалізації математичних закономірностей, проведення навчальних і наукових досліджень, а також моделювання процесів і явищ у різних предметних галузях.

Системи комп'ютерної математики активно використовуються в навчальному процесі в усьому світі. Так, згідно з даними офіційного сайту розробника системи Mathematica, тисячі університетів з 61 країни є офіційними користувачами системи Mathematica. Серед них такі освітні заклади: Пекінський, Кембриджський, Колумбійський, Гарвардський, Стенфордський, Московський державний, Австралійський національний, Каліфорнійський, Оксфордський університети, Лондонська школа економіки та політичних наук і багато інших. Згідно з результатами дослідження, представленого норвезькими науковцями [22], використання систем комп'ютерної математики в навчальному процесі є звершеним фактом. Дослідники зазначають, що впровадження таких систем у

процес навчання повинно бути метою для вищої освіти, і пропонують такі рекомендації для підвищення ефективності цього процесу:

- орієнтація на використання єдиного програмного засобу в межах освітнього закладу;
- побудова курсів, що базуються на математиці, з урахуванням використання відповідної системи;
- наявність комп'ютерних лабораторій, що дозволять ефективно використовувати програмний засіб.

Поширення набувають згадані математичні пакети в системі вітчизняної освіти, зокрема, у ВНЗ у процесі підготовки бакалаврів інформатики. СКМ використовуються як компоненти комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання. Їх використання дає змогу ефективно будувати й аналізувати математичні моделі, проводити навчальні дослідження. Це відповідає Болонському процесу вдосконалення вищої освіти. Основним методом навчання з використанням СКМ є проведення навчальних досліджень, які моделюють наукові експерименти у відповідній предметній галузі.

СКМ можуть досить ефективно використовуватися в системі як середньої, так і вищої освіти, але лише в умовах теоретичного й експериментально обґрунтованих методичних систем навчання. Епізодичне необґрунтоване використання деякого математичного пакета не дає бажаних наслідків. Добираючи СКМ, слід враховувати також особливості задачі, що розв'язується.

Є кілька вагомих причин, що спонукають фахівців у галузі математики і науково-технічних досліджень знати основи роботи з кількома математичними системами. Це [15]:

- 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.

СКМ є середовищем для проектування і використання програмних засобів підтримки навчання фундаментальних дисциплін, тому можуть бути використані як інноваційна педагогічна технологія. До її особливостей можна віднести:

- ✓ найбільшій ефективності використання СКМ у педагогічних цілях можна досягнути за умови розробки в цих середовищах програмних засобів навчального призначення;
- ✓ робота з однією такою системою дасть змогу досліджувати закономірності широкого кола математичних об'єктів, а не витратити час на ознайомлення з особливостями роботи кількох окремих спеціалізованих пакетів;
- ✓ за допомогою систем комп'ютерної математики забезпечується міждисциплінарний підхід під час вивчення фундаментальних курсів;
- ✓ СКМ сприяє реалізації індивідуальної траєкторії навчання студента, розвитку його творчої активності і вводить методичні інновації в навчальний процес;
- ✓ використання СКМ надає можливість формувати у студентів узагальнені зразки дій.

Для супроводу навчального процесу пропонується використовувати систему Maxima, тому що:

- система поширюється під ліцензією GNU/GPL;
- оснащена системою меню, має україномовний інтерфейс;
- є однією з кращих щодо виконання символічних обчислень (по суті, єдина, що може конкурувати з комерційними Maple і Mathematica).

Для наукових цілей вибір СКМ залежить від вхідних даних і результату, що необхідно отримати. Наприклад, фізику-теоретику більш цікава аналітична модель досліджуваного явища чи об'єкта, тому доцільніше використовувати пакети, наприклад, Mathematica, Maple. Фізикам-експериментаторам для опрацювання великих масивів даних зручно використовувати систему Matlab. Проте, не слід забувати, що ці системи є комерційними. Плата за індивідуальну ліцензію, наприклад, для системи Mathematica 8 становить \$1750, значно дешевшими є ліцензії для навчальних закладів і студентів (від \$44.95). Це стосується й інших популярних комерційних СКМ.

Проте, незважаючи на недоліки і переваги кожної з СКМ, користувачеві вкрай необхідно проводити аналіз отриманих результатів з метою уникнення неточностей і некоректностей.

Висновки. Залучення сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес впливає на підвищення ефективності й інтенсивності навчання, його гуманізацію. Поєднання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій з традиційними методичними системами може бути основою успішного формування і використання інформаційних технологій навчання.

Основні переваги застосування інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі: мотивація навчання, активізація діяльності студентів у процесі навчання, індивідуалізація навчання, залучення до науково-дослідницької роботи, формування рефлексії діяльності, збільшення можливостей подання навчального матеріалу, збільшення бази навчальних задач, контроль за навчальним процесом, ігрові прийоми, зменшення рутинної роботи. Врахування даних чинників є однією з передумов успішної інтеграції СКМ у навчальний процес педагогічного університету, зокрема, у викладанні інформатичних дисциплін.

Опрацювання різних аспектів впровадження і використання СКМ в навчальному процесі, аналіз ефективності різних типів технологій, їх впливу на результати навчання є предметом подальших науково-педагогічних досліджень.

Список використаних джерел

1. Борк А. Компьютеры в обучении: чему учит история / А. Борк // Информатика и образование. – 1990. – № 5. – С. 110–118.
2. Верлань А. Ф. Информатика : підруч. [для учнів 10–11 кл. середньої загальноосвітньої школи] / А. Ф. Верлань, Н. В. Апатова. – К. : Форум, 2001. – 255 с.
3. Вінніченко Є. Ф. Розвиток творчих здібностей старшокласників у процесі навчання інформаційних технологій розв'язування математичних задач : дис. ... канд. пед. наук. : 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатики / Є. Ф. Вінніченко. – К., 2006. – 234 с.
4. Габрусев В. Ю. Зміст і методика вивчення шкільного курсу інформатики на основі вільно поширюваної операційної системи LINUX : дис. ...

канд. пед. наук: 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатика / Валерій Юрійович Габрусєв. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003. – 221с.

5. *Горошко Ю. В.* Вплив нової інформаційної технології на практичну значимість результатів навчання математики в старших класах середньої школи : дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатика / Юрій Васильович Горошко – К. : КДПУ ім. М. П. Драгоманова, 1993. – 103 с.

6. Жалдак М. І. Проблема інформатизації навчального процесу в школі і в вузі / М. І. Жалдак // Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі: зб. наук. пр. – К. : КДПУ ім. М. П. Драгоманова, 1991. – С. 3–16.

7. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал інформатизації навчального процесу / М. І. Жалдак // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2003 : зб. наук. пр. до 10-річчя АПН України / АПН України. — Ч. 1. — Харків : “ОВС”, 2002. — С. 371–383.

8. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України : монографія / В. В. Лапінський, А. Ю. Пилипчук, М. П. Шишкіна [та ін.]; за наук. ред. проф. В. Ю. Бикова. – К. : Педагогічна думка, 2010. – 160 с.

9. *Морзе Н. В.* Методика навчання інформатики : навч. посіб.: у 4 ч. /за ред. акад. М. І. Жалдака / Наталія Вікторівна Морзе. – К. : Навч. кн., 2003. – Ч. 1 : Загальна методика навчання інформатики. – 254 с.

10. *Морзе Н. В.* Основи методичної підготовки вчителя інформатики : монографія / Наталія Вікторівна Морзе. – К. : Курс, 2003. – 372 с.

11. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті // Освіта України. – 2002. – № 6. – С. 3–9.

12. Основи нових інформаційних технологій навчання : посіб. 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.

13. *Покришень Д. А.* Програмно-педагогічне забезпечення міжпредметних зв'язків інформатики з математикою і фізикою у навчанні майбутніх інженерів : дис. ... канд. пед. наук. : 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатики / Д. А. Покришень. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 240 с.

14. *Раков С. А.* Програмно-методичний комплекс DG як крок від традиційної до інформаційної технології навчання геометрії / С. А. Раков, В. П. Горох // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2003. – № 1. – С. 20–23.
15. *Раков С. А.* Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія / С. А. Раков. – Х. :Факт, 2005. – 360 с.
16. *Триус Ю. В.* Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін: монографія / Ю. В. Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.
17. *Шишкіна М. П.* Чинники реалізації доступу до електронного навчання в сучасній школі / М. П.Шишкіна // Інформаційні технології і засоби навчання . – 2011. – № 4(24). – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/502>.
18. *Ola Royrvik O.* Use of computer algebra systems in Norwegian engineering education / Ola Royrvik O., Hornaes H.P. // International Conference on Engineering Education. Oslo, Norway, August 6–10, 2001. – P. 6E7–12.

ПРЕДПОСЫЛКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ИКТ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАТИКИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Когут Ульяна Петровна, соискатель Института информационных технологий и средств обучения Национальной академии педагогических наук Украины, г. Киев

Аннотация

В статье проанализированы факторы обеспечения эффективной интеграции информационных технологий в учебный процесс, в частности рассмотрены основные преимущества и недостатки применения информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе. Приведены способы классификации по назначению, структуре и функциям соответствующих программных продуктов и требования к ним для использования в образовательном процессе. Исследовано применение систем компьютерной математики (СКМ) как инновационной педагогической технологии. Внедрение таких систем в процесс обучения должно быть целью для высшего образования, поэтому приведены рекомендации для повышения эффективности данного процесса.

Ключевые слова: информационные технологии обучения, системы компьютерной математики, критерии выбора программных средств, профессиональная подготовка бакалавров информатики.

**BACKGROUND OF ICT EFFECTIVE INTEGRATION INTO BACHELOR
EDUCATIONAL PROCESS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

Ulyana P. Kogut, Researcher of the Institute of Information Technologies and Learning Tools of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv

Resume

The article analyzes the factors ensuring the effective integration of information technologies in educational process, including the basic advantages and disadvantages of the use of ICT in the learning process. The approaches to classification of the relevant software as for methods, structure and functions in the learning process and requirements to them are presented. The use of computer mathematics systems (CMS) as innovative educational technologies is investigated. Implementation of such systems in the learning process is a factor of improvement of the learning process so there are some recommendations as for increasing the efficiency of their use.

Keywords: information technology of learning, computer mathematics systems, criteria for software tools selecting, training, bachelor of computer science.

Матеріал надійшов до редакції 23.11.2011 р.