

Семеріков Сергій Олексійович, к.пед.н., доцент,  
Криворізький державний педагогічний університет,  
доцент кафедри інформатики та прикладної математики

Теплицький Ілля Олександрович, к.пед.н., доцент,  
Криворізький державний педагогічний університет,  
доцент кафедри інформатики та прикладної математики

Шокалюк Світлана Вікторівна,  
Криворізький державний педагогічний університет,  
асистент кафедри інформатики та прикладної математики

### **Нові засоби дистанційного навчання інформаційних технологій математичного призначення**

*In article we are introduced a new conception of distance learning: mobile E-office (based on PocketPC and E-book). Due to distant learning the information technologies of mathematical purpose was designed a mobile version of CAS Maxima. Described a frontier facility for testing students' achievements in mobile E-office: student response systems.*

Розвиток засобів комп'ютерної техніки в останні десятиліття поступово змінює свій напрямок з інтенсивного зростання потужності універсальних персональних комп'ютерів до екстенсивного поширення спеціалізованих пристроїв різної обчислювальної потужності. В першу чергу це стосується мобільних пристроїв – смартфонів та персональних комунікаторів. Поширеність серед користувачів мобільного зв'язку смартфонів та персональних комунікаторів (КПК із засобами зв'язку), на думку відповідних фахівців, складає біля 10%, і має чітку тенденцію до зростання.

За технічними можливостями КПК набагато потужніше персональних комп'ютерів 10-річної давнини, які й сьогодні успішно використовуються для

забезпечення навчального процесу. Тому цілком природно цей клас пристроїв привернув увагу педагогів. У 2001 р. з'являються відповідні публікації у західних виданнях, у 2003 р. – в Росії, у 2005 р. – і в Україні.

Застосування КПК в навчальному процесі дає можливість реалізувати концепцію “*мобільного освітнього офісу*”, визначальними особливостями якого є доступ до Інтернет засобами GRPS, WiFi тощо, можливість завантаження і встановлення програмного забезпечення та наявність розвинених засобів отримання та обробки контенту.

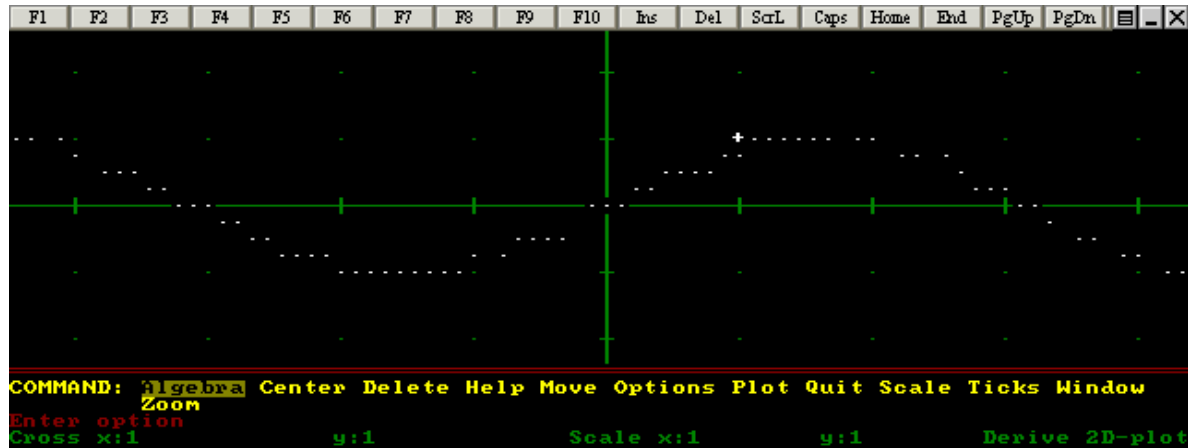
Враховуючи наведені у [2; 3] рекомендації з організації самостійної роботи школярів та студентів на основі мобільного освітнього офісу, ми застосували його для організації дистанційного навчання інформаційних технологій математичного призначення.

На початку експерименту в якості платформи для організації дистанційного навчання були обрані персональні комунікатори з операційною системою на основі Windows CE (WinCE, відомою також як Windows Mobile), що має розвинені засоби розробки та широку підтримку серед виробників. Вибір персональних комунікаторів базується на їхній зростаючій поширеності серед учнівської та студентської молоді, ефективних комунікаційних засобах та наявності стандартного ПЗ для роботи з документами в різних форматах.

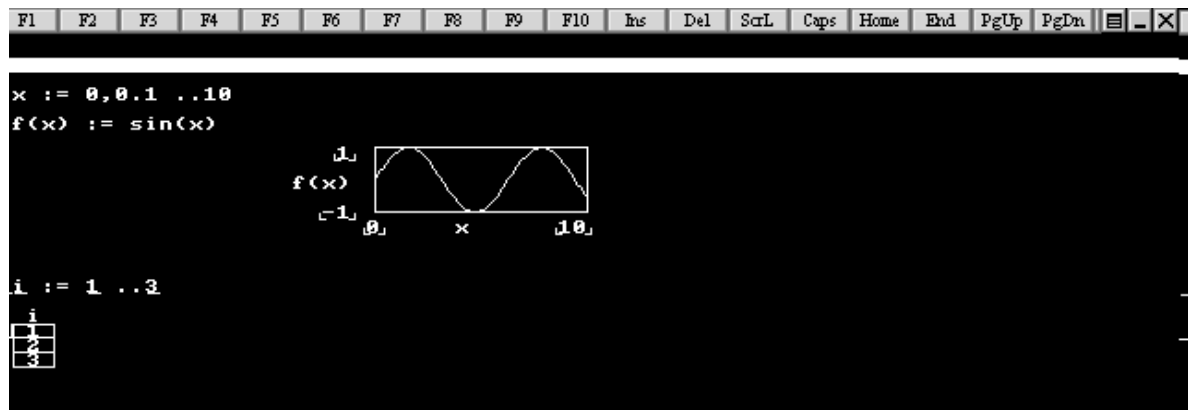
Стандартне ПЗ КПК не включає систем комп'ютерної математики (СКМ), які інколи вважають занадто “важкими” для даного класу пристроїв. Проте багаторічний досвід експлуатації інженерних калькуляторів з СКМ Derive (класу TI-Nspire CAS) показує її ефективну роботу при суттєво менших обчислювальних ресурсах, ніж ті, що наявні на сучасних КПК.

Тому проблему практично повної відсутності СКМ для WinCE ми почали розв'язувати, саме спираючись на обчислювальні потужності КПК – шляхом запуску ПЗ, розробленого для MS DOS, під керуванням відповідного емулятора цієї операційної системи. Хоча застосовані нами DOS-версії Derive 1.53 та MathCAD 2.5 (рис. 1) і були випущені більше десяти років тому, вважати заста-

рілими їх лише через це не варто: символічне ядро цих систем було розроблено вже давно і за останні роки суттєво не змінилося, тому як наукова, так і освітня цінність цих систем не була втрачена лише тому, що MS DOS відійшла у минуле. КПК дають друге життя цим компактним та ефективним системам.



а)



б)

Рис. 1. СКМ Derive 1.53 (а) та MathCAD 2.5 (б) на КПК HP Jornada 720

В якості мобільної СКМ нами було обрано вільно поширювану систему Maxima. Наявний WinCE-порт цієї системи не розвивається з 2001 р. та не задовольняє сучасним вимогам до ергономіки інтерфейсу користувача (реалізований лише режим командного рядка з текстовим поданням результатів обчислень). Це спонукало нас до його переробки. По-перше, текстовий інтерфейс користувача був замінений на графічний шляхом перенесення на платформу WinCE інтерфейсу wxMaxima. По-друге, була виконана локалізація інтерфейсу

за технологією GetText, що дало можливість вільного вибору мови інтерфейсу (російської, української, англійської тощо). І, нарешті, була виконана оптимізація вихідних текстів Махіма з метою прискорення її роботи.

Крім розробленої нами мобільної версії Махіма (рис. 2), при навчанні інформаційних технологій математичного призначення на платформі WinCE можна застосувати графічний аналізатор Math Xpander (рис. 3, а), середовище динамічної геометрії Euclid (рис. 3, б), СКМ Formulae 1 (рис. 3, в), теоретико-числовий пакет PARI-GP та інші.

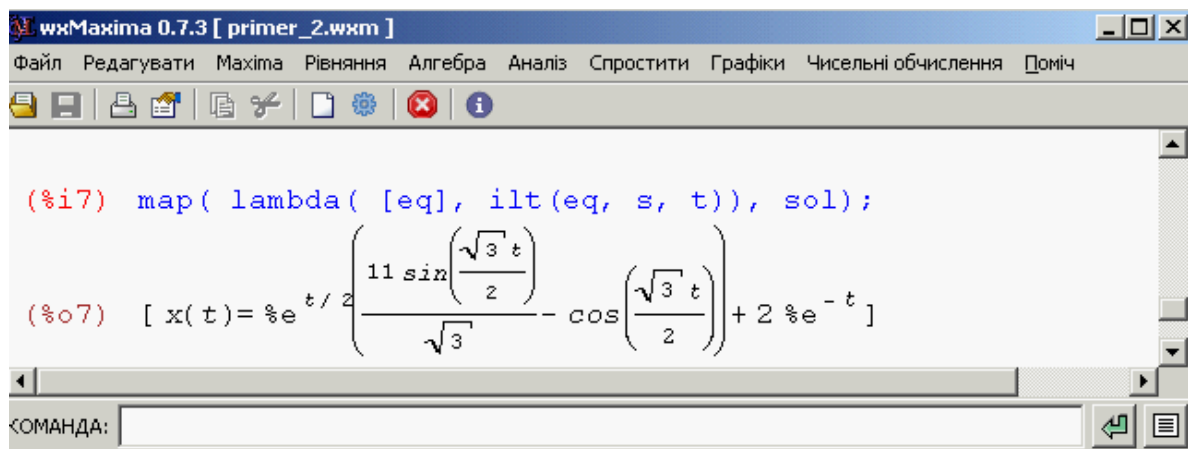


Рис. 2. КПК-версія СКМ Махіма 5.13

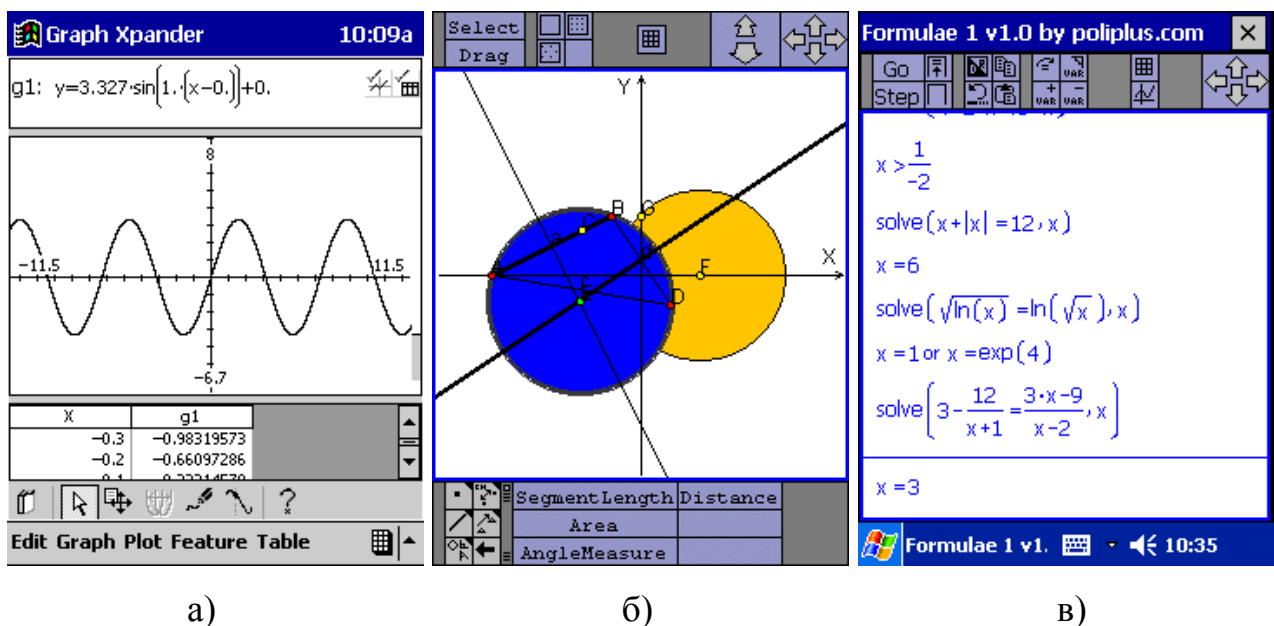


Рис. 3. Математичне ПЗ на КПК Fujitsu Loox

Застосування СКМ для генерації математичних текстів у системах дистанційного навчання (СДН) є перспективною технологією, що об'єднує природну математичну нотацію, властиву СКМ, із розвиненими можливостями MathML та TeX щодо візуалізації математичних текстів. Нами був розроблений генератор формульних виразів MaxTeXML [4], який використовує Maxima, TeX та MathML, є незалежним від операційної системи та Web-браузера, використовує лише стандартні теги HTML та може бути легко інтегрований у будь-яку як комерційну, так і вільно поширювану СДН (рис. 4).

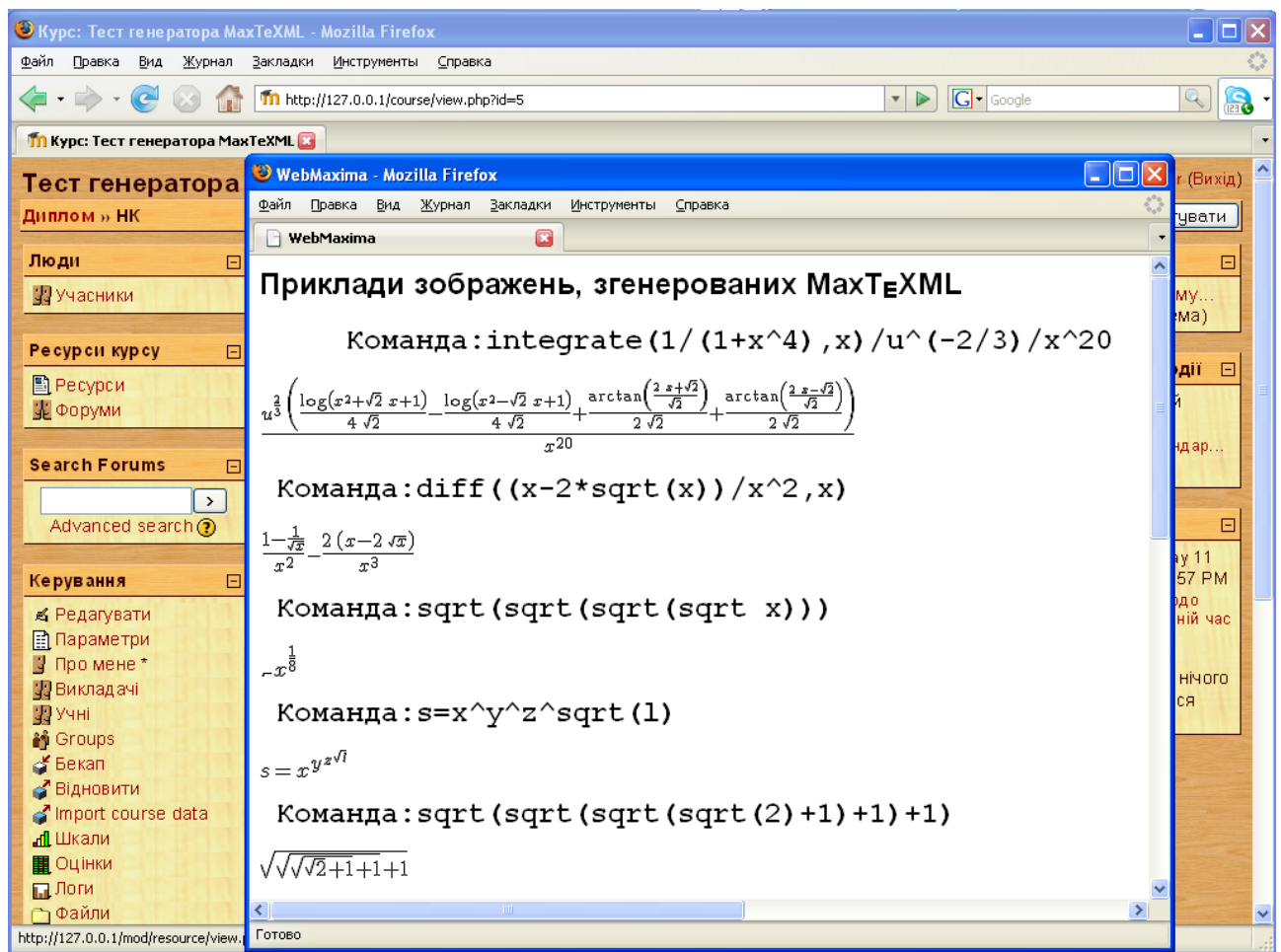
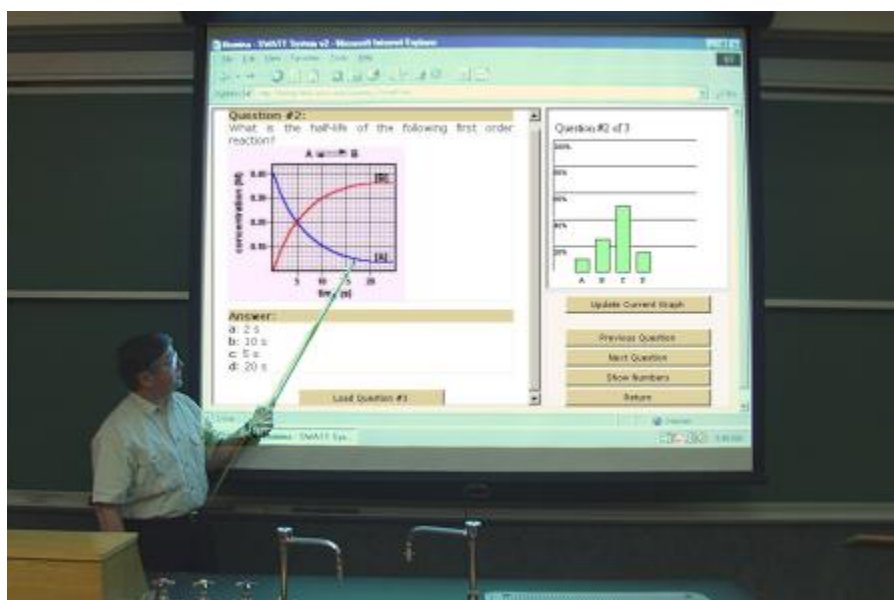


Рис. 4. Приклад застосування MaxTeXML у СДН Moodle

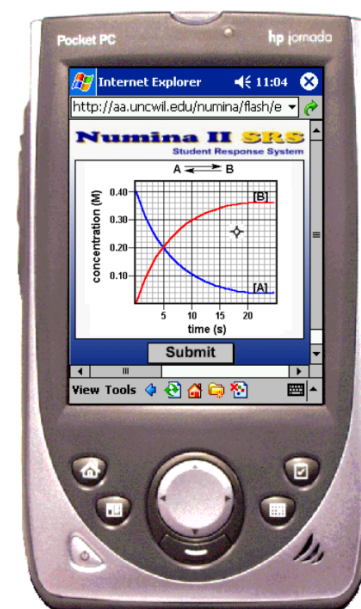
За даними на початок 2005 р., 78% університетів та коледжів США використовували безпроводні мережі. Для вітчизняних ВНЗ побудова комбінованих мереж на основі провідних та безпроводних технологій сьогодні вже є більш економічно вигідним, ніж розгортання традиційних провідних мереж. Враху-

вання цієї тенденції дозволяє створити такі педагогічні технології, в яких персональні комунікатори стануть основою нової освітньої інфраструктури ВНЗ, а не перешкодою в навчанні. Інтеграція в навчальний процес (замість адміністративних обмежень) передбачає не лише добір відповідного ПЗ для індивідуальної роботи, а й активне використання засобів колективної роботи з виконання навчальних проектів та оцінювання навчальних досягнень.

Так, в лекційних аудиторіях роль студента залишається переважно пасивною: окремі прийоми (запитання до аудиторії, бліц-контрольні тощо) не дозволяють підтримувати активність всіх студентів протягом всієї лекції. Перспективним засобом активізації навчальної діяльності є Web-систем зворотного зв'язку (Student Response System – SRS), які дозволяють застосовувати комбінацію з безпроводних мереж, КПК та мультимедійного проектору для подання відповідей в процесі тестування. Прикладом такої системи є Numina SRS, що застосовується в Північно-Каролінському університеті (м. Вілмінгтон, США) при навчанні математики, фізики та хімії (рис. 5).



*a*



*б*

Рис. 5: *a* – викладач застосовує Numina SRS у класі, *б* – онлайн-тест на КПК

В типовому сеансі роботи Numina SRS студенти використовують комунікатори, щоб відповісти на питання викладача. SRS зберігає їхні відповіді у від-

даленій базі даних, відображаючи узагальнені результати на мультимедійній дошці або екрані проектора. Так як SRS є серверними Web-додатками, вони не вимагають спеціального ПЗ на стороні клієнта – лише Web-браузер. Викладач використовує закриті тести, що розміщуються на локальному Web-ресурсі.

На відміну від типових 2-3% студентів, що дають відповіді при усних опитуваннях на лекції, застосування SRS дає майже стовідсоткове охоплення студентів, суттєво знижуючи при цьому їх позанавчальну активність на занятті. Суттєвим фактором підвищення кількості опитуваних є непублічність та анонімність відповідей. Іншою перевагою SRS є те, що викладачі можуть одразу ж побачити, як гарно студенти осягають представлену на лекції тему. Оперативний зворотний зв'язок дає можливість викладачам робити оперативні рішення стосовно подання навчального змісту з метою його кращого засвоєння. SRS можуть використовуватися не лише з персональними комунікаторами, а й із більш простими мобільними пристроями, проте комунікатори здатні виконувати Flash-додатки, що дозволяють застосовувати мультимедійні інтерактивні тести.

SRS є гарним прикладом реалізації концепції мобільного освітнього офісу. Хоча предметом нашого дослідження було навчання інформаційних технологій математичного призначення, реалізовані програмно-апаратні засоби мають більш широке застосування. Перетворення мобільного освітнього офісу на *мобільне освітнє середовище* вимагає переходу від застосування розрізнених послуг (електронної пошти, чату, Web, FTP, Telnet) до інтегрованих середовищ навчання (Moodle, WebCT) та колективної роботи (FirstClass, NetMeeting) на основі:

- 1) підтримки різних пристроїв (смартфонів, КПК, ПК, ноутбуків) та платформ (Windows, Mac OS, Linux), об'єднаних як провідними, так і безпроводними мережами;

- 2) застосування моделі клієнт-сервер на основі Інтернет-технологій;

- 3) об'єктно-орієнтованої компонентної архітектури;

- 4) стандартизованих способів обміну даними (XML);
- 5) відкритості та масштабованості (рис. 6).

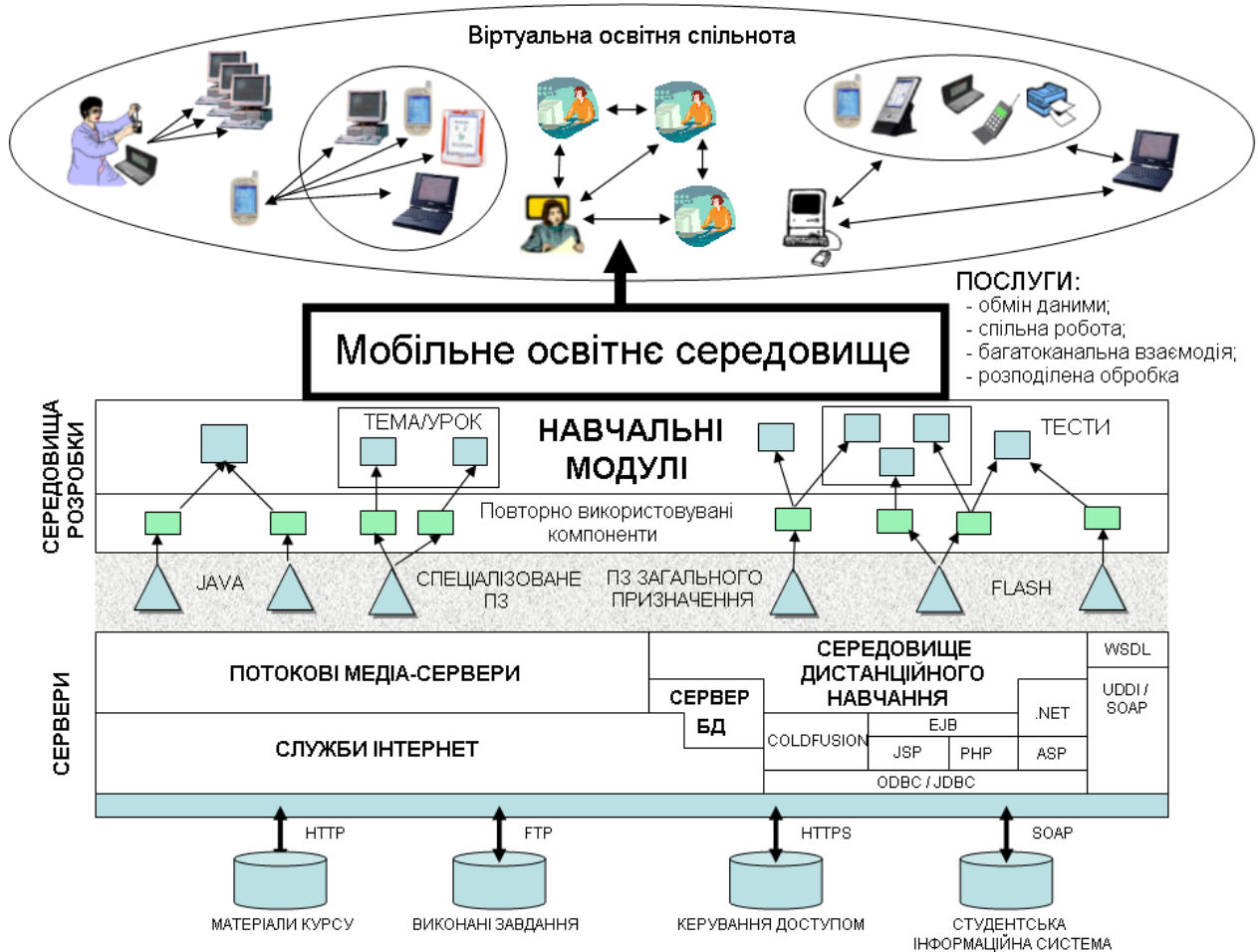


Рис. 6. Програмно-апаратна архітектура мобільного освітнього середовища

Найбільш суттєвим недоліком КПК при використанні його в якості технічного засобу навчання є малий час автономної роботи, зумовлений, насамперед, застосуванням активної сенсорної панелі та кольорового екрану. Для подолання цього недоліку можна запропонувати системи з енергозберігаючими рефлексивними екранами на основі технології “електронного паперу” (“електронних чорнил” – E-Ink) [5].

Пристрої, що використовують папероподібні екрани, позиціонуються переважно як електронні книжки (пристрої для читання – E-Book). Роздільна здатність E-Ink-екранів – 600×800 та вище – дає можливість високоточного відтво-



рення зображень з високим ступенем деталізації, а їхній розмір (6 дюймів та вище) дозволяє зробити процес перегляду більш комфортним, ніж на КПК. Екран, виготовлений за технологією E-Ink, має властивість бістабільності: на підтримку зображення енергія не витрачається, тому, відкривши книгу, ви побачите ту сторінку, на якій вона була закрита. На сьогоднішній день E-Ink – найбільш “зорозберігаюча” технологія, тому що відповідний екран працює у відбитому світлі, найбільш природному для очей.

Електронна книга є лише носієм інформації, тому традиційно складається з двох понять – носій та вміст. Носієм є електронний пристрій, який може бути пристосованим (наприклад, телефон, чиєю основною функцією є дзвонити) чи спеціалізованим. Вміст іноді називають «контентом» – це будь-яка форма зберігання інформації, наприклад текст, відео, аудіо та інші електронні форми. Найчастіше в якості вмісту електронної книги застосовується текст з ілюстраціями, як і в традиційній книзі. Автори [1], аналізуючи можливості застосування електронних книжок в дистанційному навчанні, головну увагу приділяють засобами обміну контентом. На нашу думку, такий підхід не виправдано звужує можливості застосування електронних книжок у порівнянні з КПК.

Сучасні електронні книги (Sony PRS-505, CyBook, IREX Pliad, IBook eReader V3 та інші) за будовою є потенційно універсальними пристроями, що функціонують під керуванням ОС Linux. В процесі завантаження системи ініціалізується стандартна графічна підсистема X Window, під керуванням якої завантажуються головна програма, що надає користувачеві абстракцію книжкової полиці. Вибір файлів (у форматах PDF, DJVU, DOC, RTF, HTML, CHM, LIT, FB2 та ін.) призводить до запуску асоційованих програм.

У листопаді 2007 р. Інтернет-магазин Amazon представив власну електронну книгу – Kindle, яка має вбудовану клавіатуру, засоби зв'язку та необхідне мережне ПЗ. На жаль, висока ціна, жорстка прив'язка до контент-провайдерів США та відсутність офіційних поставок в Україну не дозволяють сьогодні застосувати Kindle у вітчизняній системі освіти, тому для подальшої роботи нами

було обрано вітчизняну розробку – електронну книгу IBook eReader V3 (рис. 7).

The screenshot shows the IBook eReader V3 interface. At the top right, there is a logo of a sun with rays. Below it, the text "Завдання 16/20" is displayed. The main content area contains a math problem in Ukrainian: "На рисунку зображений графік функції  $y=f(x)$  та дотичні до нього в точках  $x_1$  та  $x_2$ . Користуючись геометричним змістом похідної, знайдіть  $f'(x_1) + f'(x_2)$ ." Below the text is a graph of a function  $y=f(x)$  on a Cartesian coordinate system. The x-axis is labeled  $x$  and the y-axis is labeled  $y$ . The origin is marked with  $0$ . Two points,  $x_1$  and  $x_2$ , are marked on the x-axis. A tangent line is drawn at  $x_1$ , and a horizontal line is drawn at  $x_2$ . A  $45^\circ$  angle is indicated between the x-axis and the tangent line at  $x_1$ . Below the graph is a multiple-choice menu with five options:

1)	1
2)	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
3)	$\sqrt{3}$
4)	$\frac{1}{2}$
5)	$\frac{\sqrt{3}}{2}$

Below the menu, the text "Натисніть цифрову клавішу для вибору відповіді, ОК для продовження" is displayed. At the bottom of the interface, there is a keyboard with buttons for digits 1-5, 6-0, and a circular "OK" button with a return key symbol.

Рис. 7. Робота тестової системи на IBook eReader V3

Наявність відкритого пакету розробника для IBook eReader V3 спонукали нас до заміни стандартної книжкової полиці на універсальний файловий менеджер з можливістю запуску як стандартних програм для перегляду, так і завантажених користувачем. Тестування даного рішення виявило наступне:

- відсутність сенсорного екрану компенсується розробкою T9-подібного алгоритму введення тексту (за допомогою наявних 12 кнопок);
- відсутність вбудованих засобів для зв'язку компенсується встановленням карти розширення (за інтерфейсом SDIO);
- властива технології E-Ink низька реактивність екрану не дозволяє застосовувати анімацію зі швидкістю вище 4 кадрів на секунду, проте для більшості навчальних демонстрацій цього цілком достатньо.

Це дозволяє розглядати IBook eReader V3 як нову програмно-апаратну платформу для дистанційного навчання. Для реалізації її потенціалу необхідні як заходи з портування програмного забезпечення (Web-браузера, мережних клієнтів, електронних таблиць, математичних пакетів тощо), так і розробка спеціалізованих SRS-клієнтів для Numina-подібних систем.

#### Література:

1. Shiratuddin, N., Landoni M., Gibb, F., Hassan, S. E-Book Technology and Its Potential Applications in Distance Education // Journal of Digital Information, Volume 3, Issue 4 – E-education: Design and Evaluation (February 2003)
2. Григорьева М.А. Программа учебного курса «Применение мобильных образовательных систем» // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». – М.: МГПУ, 2004. – № 1 (2). – С. 28-29.
3. Мазурок И.Е., Мазурок Т.Л. Использование мобильных коммуникационных устройств в образовательных целях // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск V: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2005. – Т. 3. – С. 175–179.
4. Семеріков С.О., Теплицький І.О. Застосування системи комп'ютерної алгебри Махіма для генерування математичних текстів в системі дистанційного навчання // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання. – К.: Міленіум, 2007. – Т. 8, вип. 3. – С. 85-95.
5. Теплицький І.О., Семеріков С.О., Шокалюк С.В., Ліннік О.П. Новий технічний засіб навчання – електронна книга // Рідна школа. – 2007. – №7-8. – С. 53–54.