

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ПАПЕРУ (E-INK)

Розглядаються основні технічні особливості технології електронного паперу, наводиться порівняння дисплеїв на основі E-ink і LCD. Зазначається, що постійний прогрес технології E-ink знімає деякі обмеження на використання технології у сучасних електронних пристроях, забезпечує зацікавленість потенційних клієнтів і займає своєю нішу на ринку поруч з рідкокристалічними екранами.

The main technical features of the technology of e-paper displays a comparison based on E-ink and LCD. It is noted that steady progress E-ink technology removes some restrictions on the use of technology in modern electronic devices provide interest potential customers and takes their niche in the market near the LCD-shielded us.

1. ВСТУП

Контрастний, яскравий екран з високою роздільною здатністю, який не змінює колір відображення в залежності від кута зору, не заподіює шкоди для очей і практично не споживає ресурсу батареї – фантастика? Ні, реальність! Причому, доволі доступна. Адже саме такі екрани використовуються в сучасних пристроях для читання електронних книг – електронні книги, рідери. Протягом тривалого часу ведеться активна робота над пристроями, що одержали назву “електронні книги”, цим питанням займаються кілька компаній. Одна з найбільш відомих американська фірма E-Ink, саме вона розробила дисплеї на технології електронних чорнил (electronic-ink displays), які використовують у своїх пристроях для читання кілька провідних компаній.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

На сьогодні, “електронні книги” володіють низьким рівнем взаємодії з користувачем. Це спричинено використанням стандартизованих графічних елементів, особливостей сенсорного керування, анімаційних ефектів при створенні інтерфейсу. Велике значення відіграють технічні обмеження, що накладені особливостями використаної технології, а саме повне затемнення(почорніння) екрану,

¹ Українська академія друкарства

для зняття залишкових артефактів і подальшого відображення вже нової інформації.

Електронний папір – технологія відтворення інформації, яка візуально імітує традиційне чорнило на папері. В протипагу до вже звичних рідкокристалічних екранів, з підсвіченням матриці для формування зображення, електронний папір відбиває світлові промені як традиційний папір. Він здатний відображати зображення і текст тривалий термін, при цьому не споживаючи електроенергію, дозволяючи оновлювати інформацію за необхідності.

Потенційно ця технологія повинна стати зручнішою для читання, в порівнянні з вже звичними дисплеями. Це досягається завдячуючи стабільному зображенню, без постійного оновлення, максимально-широкому куту огляду, та характерною особливістю – відбивання зовнішнього світла, а не випромінювання власного. Відповідно користувачу електронного паперу можна читати при прямому попаданні сонячного світла на дисплей, без жодних втрат для зображення (рис. 1).



Рис. 1. Планшет і електронна книга при прямому сонячному світлі

Технологія електронного паперу була винайдена досить давно. Ще в 70-х роках минулого століття Нік Шерідон створив перший зразок під назвою "Gyragon". Унікальний винахід являв собою прозорий силіконовий лист, заповнений маслом і двосторонніми чорно-білими сферами з поліетилену діаметром 20-100 мкм. Реагуючи на подачу напруги, сфери поверталися або білою, або чорною стороною і таким чином на аркуші виникала біла або чорна точка. Потрібно зауважити, практичної користі папір "Gyragon" не приніс. Зате технологія

наштовхнула дослідників на створення іншого, більш вдалого варіанту – електронного паперу "e-ink".

Електрофоретичні дисплеї формують кінцеве зображення шляхом зміни розташування заряджених пігментних частинок (рис 2), під дією електричного поля. У найпростіших випадках виробництва цього дисплею, частинки становлять діаметр близько одного мікрметра, а діоксид титану є диспергований у мінеральній оливі. До оливи додається чорна фарба, сурфактанти та домішки, що регулюють заряд (Charge Control Agent, CCA) у частинках. В подальшому отримана суміш розміщується посеред двох провідних пластин, відстань між якими 10-100 мкм. Коли вздовж пластин прикладається напруга – частинки рухаються електрофоретично до пластини, з протилежним зарядом відносно заряду частинок. Коли частинки знаходяться на передній панелі дисплею, ми бачимо його білим, оскільки світло відбивається від титанових частинок з високим показником заломлення. А коли частинки знаходяться на задній стороні дисплею, він виглядає темним, випадкове світло абсорбується кольоровою фарбою. Зазвичай задній електрод розділений на ряд невеликих областей (пікселів), при подачі певної напруги до відповідної області дисплею, формується необхідна послідовність областей відбиття та поглинання світла. В результаті ми отримуємо кінцеве зображення [4].

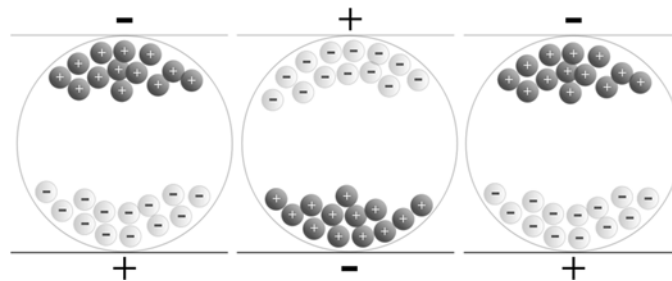


Рис. 2. Переміщення частинок пігменту у електрофоретичних дисплеях

Основна відмінність "e-ink" полягає в тому, що в ній сфери не обертаються, повертаючись то однією, то іншою стороною, а переміщуються самі частинки пігменту, укладені в мікрокапсули з маслом. Під мікрокапсулами знаходиться матриця, аналогічна тій, що використовується в РК-дисплеях – саме вона формує зображення, подаючи негативний або позитивний заряд, який притягує або відштовхує заряджені частинки пігменту.

Електрофоретичні дисплеї розглядаються в ролі основного прикладу технології електронного паперу у зв'язку з їх подібністю до традиційного паперу, та малим використанням електроенергії.

Комерційні електрофоретичні дисплеї представляють собою дисплеї з активною матрицею високої роздільної здатності. Вони використовуються в таких пристроях як: Amazon Kindle, Pocketbook, Barnes&Noble Nook, Sony. Дані дисплеї виготовляються за допомогою електрофоретичної плівки, компанії E-Ink Corporation.

За словами компанії виробника, порівнюючи екрани попереднього покоління E-Ink Pearl з новим E-Ink Carta [1], новий якісно виграє за основними показниками. Даний електронний папір має підвищену на 50% контрастність і на 20% більш високий коефіцієнт відбиття. Саме E-Ink Carta встановлюється в оновлений, популярний рідер Amazon Paperwhite (рис 3).



Рис. 3. Електронна книга Amazon Paperwhite

Електронний папір E-Ink Carta підтримує нову фірмову технологію оновлення сторінки E-Ink Regal, яка значно знижує потребу періодичного повного перемальовування зображення, це досягається за рахунок появи мінімальної кількості артефактів. Що цікаво, самий процес оновлення сторінки візуально виглядає більш плавним, це дозволяє зосередити увагу на читанні. Розробники зазначають, що помітне поліпшення якості зображення зовсім не впливає на енергоспоживання E-Ink дисплеїв нового покоління, це як і раніше один з найбільш енергоефективних екранів.

В таблиці 1 та 2 наведено основні показники екранів: E-Ink Carta і E Ink Pearl, де різниця показників не настільки значима, як це подає компанія.

Таблиця 1

Технічні характеристики екрану E Ink Carta

Тип дисплею	Електрофоретичний
Основний компонент	E-Ink Carta ePaper Display Film
Контрастність	15:1
Показник білого	74
Показник чорного	19
Кольоровий діапазон	1-Bit (чорно-білий); 4-Bit (16 градацій сірого)
Коефіцієнт відображення	44%
Кут огляду	близько 180 ⁰
Час оновлення	120 мс (1-Bit)
Режим оновлення	Повне і часткове

Таблиця 2

Технічні характеристики екрану E-Ink Pearl

Тип дисплею	Електрофоретичний (Reflective Electrophoretic)
Основний компонент	E-Ink Pearl ePaper Display Film
Контрастність	10:1
Показник білого	70
Показник чорного	24
Кольоровий діапазон	1-Bit (чорно-білий); 4-Bit (16 градацій сірого)
Коефіцієнт відображення	40.7%
Кут огляду	близько 180 ⁰
Час оновлення	120 мс (1-Bit)
Режим оновлення	Повне і часткове

У залежності від вимог компаній-розробників електронних книг, екрани E-Ink Carta можуть проектуватися на класичній скляній, або гнучкій пластиковій підкладці (E-Ink Mobius) у великому діапазоні формфакторів: від 1,44 до 13,3 дюймів. Додатково екрани E-Ink Carta можуть забезпечуватися емнісним сенсором, модулем фронтального світлодіодного підсвічування, саме це і було представлено в Amazon Kindle Paperwhite [1].

Якщо порівнювати E-ink і LCD, то пристрої, дисплеї яких створені на основі технології E-Ink – безпечніші для очей, їхні акумулятори здатні працювати без підзарядки протягом багатьох днів. Відображення тексту на даних дисплеях близьке за чіткістю до звичайної книги. Даний ефект в електронному чорнилі досягається

використанням чорних і білих пігментів (рис 4). Відповідно, як і в звичайній книзі, це дозволяє показувати чорні букви на білому тлі [4].

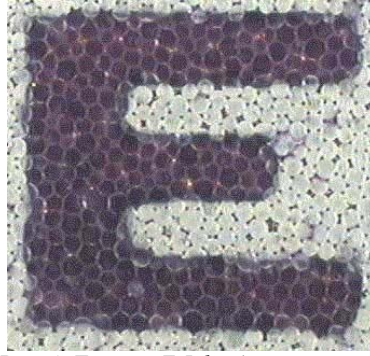


Рис. 4. Дисплей E-Ink під мікроскопом

Рідкокристалічний дисплей (РК, LCD) – це дисплей створений на основі рідких кристалів. РК-дисплеї використовуються для відображення інформації з комп'ютерів, ТВ, смартфонів, планшетів та інших гаджетів. LCD-дисплеї випромінюють світло, проте у них широкий колірний спектр і висока швидкість оновлення.

На практиці різниця технологій E-Ink і LCD означає наступне:

Сонячне проміння. Пристрої з електронними чорнилами оптимальні для тих, хто любить одночасно читати і перебувати на сонці. На відміну від РК-дисплеїв, вони не бликують, текст не вицвітає, він чіткий як на звичайному папері.

Темрява. Ще кілька років тому можливість читати в темряві була головною перевагою читалок з LCD дисплеями. Але з появою на E-Ink-пристроях підсвітки, ця перевага нівелювалась.

Енергоспоживання. Читалки та планшети з рідкокристалічними екранами потрібно заряджати кожен день, або через кілька днів (залежно від моделі). E-Ink-читалки «живуть» без підзарядки від тижня до декількох місяців. Kindle Paperwhite оголошує до 8 тижнів на одній зарядці (з включеним підсвічуванням екрану), iPad mini з дисплеєм Retina – близько 10 годин автономної роботи.

Ціна. E-Ink-пристрої дешевші від РК-планшетів. Наприклад ціна Kindle Paperwhite на Amazon'e складає \$ 139.00. iPad mini з дисплеєм Retina (16GB) на офіційному сайті – \$ 399.

Наскільки б передовим не був E-Ink-пристрій, його основна, з точки зору розробників, функція – читання. Потрібно зазначити стиль читання у всіх різний. Хтось читає потоково, інший любить робити перерви на те, щоб перевірити електронну пошту, послухати музику, зіграти в улюблену гру. У цьому планшети з рідкокристалічними дисплеями виграють.

Також, якщо необхідно переглядати кольорові ілюстрації, класичний E-Ink не в змозі це забезпечити. Існують кольорові електронні чорнила, але пристрої на їх основі рідкісні і дорогі. Kyobo eReader при виході на ринок коштував близько \$ 310, приблизно така ж середня роздрібна ціна у недавно з'явився PocketBook Color Lux. При цьому, якість кольоропередачі не є високою.

Wi-Fi в читалках з електронними чорнилами призначені, в основному, для оновлення "бібліотеки", а не для спілкування в соціальних мережах чи для перегляду веб-сайтів.

Згідно з прогнозом IHS iSuppli, в 2011 р. був досягнутий максимум продажів електронних книг 23,2 млн. одиниць. Починаючи з 2012 р. їх стали витісняти планшети, до 2016 р. продажі можуть скоротитися до 7,1 млн. одиниць (рис 5) [2].

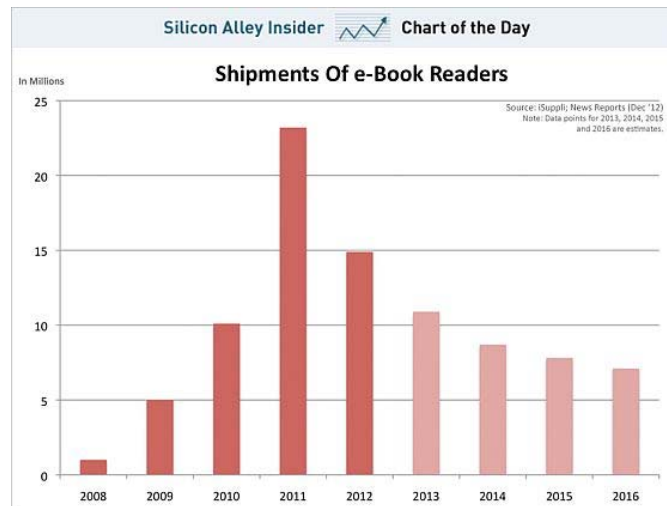


Рис. 5. Прогноз продажів електронних книг

Експерти складаючи даний прогноз зазначили, що тенденція зберігатиметься, якщо не відбудеться значимого прориву в самій технології E-ink. Принципово нова і високоякісна технологія кольорових електронних чорнил, яка зможе потіснити своїх прямих конкурентів з HD-екранами з табору планшетів.

На виставці Educational IT Solutions Expo (EDIX) 2013, яка проходила в Японії, компанія Sony представила прототип 13,3-дюймового планшета з гнучким дисплеєм E-Ink Mobius. Як для свого розміру, планшет формату A4 має дуже легку вагу – всього 358 г, з роздільною здатністю 1200 x 1600 пікселів. Як зазначається

експертами, девайс має великі перспективи, особливо на освітньому ринку [3].

На сьогодні, активно розвивається технологія кольорових електронних чорнил, компанія E-Ink з періодичністю впроваджує інновації у виробництво екранів, все більше компаній висловлює зацікавленість і реалізує реальні проекти з використанням даної технології. Як приклад популярні наручні годинники Pebble Smartwatch, смартфон російської компанії Yota, з додатковим E-ink дисплеєм, безліч пропозицій які виглядають дуже перспективними і чекають своєї реалізації.

3. ВИСНОВОК

Кожна технологія має свої плюси і мінуси. Пристрої на базі технології E-Ink, за своїми функціональними можливостями, є доволі вузько направлені. Але перспективи впровадження нових рішень в користувацькому інтерфейсі і розвиток самої технології E-ink, дозволяє розраховувати на зберігання позицій на ринку. Швидкий розвиток сучасного технологічного світу дозволяє прогнозувати успіх технології у зайнятті окремих, нових ніш на ринку електроніки.

1. *E Ink Carta Monochrome Active Matrix* [Електронний ресурс] : стаття. – http://www.eink.com/display_products_carta.html. 2. *Ebook Readers: Device to Go the Way of Dinosaurs?* [Електронний ресурс] : стаття. – <https://technology.ihs.com/417568/ebook-readers-device-to-go-the-way-of-dinosaurs>. 3. *Hold power in your hand with digital paper* [Електронний ресурс] : стаття. – <http://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-digitalpaper/resource.solutions.bbscms-assets-show-digitalpaper-digitalpaper.shtml?PID=I:digitalpaper:digitalpaper>. 4. *Взгляд изнутри: LCD и E-Ink дисплеи* [Електронний ресурс] : стаття. – <http://habrahabr.ru/post/138833/>.