

УДК 621.914

А. Панчук, канд. техн. наук; В. Мельник

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

КОНІЧНИЙ ПЛАСТОМІР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЕРАМІЧНОЇ МАСИ

Резюме. Наведено конструкцію конічного пластоміра для дослідження структурно-механічних властивостей висококонцентрованих глинистих паст. Описано елементи створеної на його основі інформаційно-вимірвальної системи, яка забезпечує контроль кінетики процесу занурення конуса в середовище глина–вода. Надано інформацію про конструкцію електронної й механічної частин приладу та програмне забезпечення системи.

Ключові слова: конічний пластомір, реологічні дослідження.

A. Panchuk, V. Melnyk

CONE PENETROMETER FOR RESEARCHING OF CERAMIC MASS REOLOGICAL PROPERTIES

Summary. The rapid development of the construction industry in Ukraine puts before the scientists the task of modernization of clay mixture. This mixture in contact with production equipment causes its intense wearing. Researching of the properties of clay mix is offered on the new design conic penetrometer. This design provides an opportunity to explore the kinetics of the process immersing a cone in the studied material. The movement of the cone is caused by its own weight and the weight of additional cargo. Research of the clay–paste on the proposed penetrometer is carried out by measuring the number of pulse signals, which allow to monitor in real time the relative linear movement of the cone. Information signals are produced by encoder, which thanks to the rubber wheel kinematically is connected to the spine of the cone. These signals are available in the electronic unit of the proposed new penetrometer. The basis of the electronic block is a 16-bit digital signal controller dsPIC30F4012 Microchip Technology Incorporated. The microcontroller program provides continuous monitoring of the angular position of the kvadraturnogo of the JBIG encoder and transfer values at timed intervals to the managing computer. To ensure communication between the computer and the measurement device transducer interface UART-USB (model FT232R) is used in the integral performance of production by Future Technology Devices International Limited. The control computer software is developed in the environment Borland C++ Builder using the drivers and libraries by the company Future Technology Devices International Ltd. (FTDI). It provides access to USB-port through a virtual COM –port (VCP). This program provides:

- opening of the required virtual COM-port;
- establishing of the port parameters and the frequency of sampling measurement;
- launching and visual control measurement;
- storage of measurement results in binary and text form.

The authors consider that the research of metrological characteristics of the measuring system, clarification of the scope of its possible use and development of measurement methods will be next stage of investigating.

Key words: cone penetrometer, reological propertis.

Постановка проблеми. Випереджаючий розвиток будівельної галузі в Україні спонукає модернізацію й розширення виробництва керамічної цегли. Умови роботи обладнання для виробництва цегли характеризуються швидким зношуванням робочих елементів, які знаходяться в безпосередньому контакті з потоком глинистої суміші. Дослідження процесів контактної взаємодії керамічної маси з деталями обладнання потребує визначення властивостей глинистої суміші. Для характеристики структурно-механічних властивостей висококонцентрованих глинистих паст пропонується ряд методів, найрозповсюдженішими серед яких є методи [1]: а) зміщення вертикально підвішеної пластини; б) зрізання глиняного циліндра, розміщеного в латунних трубках;

в) конічного пластоміра. Зазначається [1], що при роботі з глинами застосування конічного пластоміра має ряд переваг у порівнянні з двома першими методами.

Метод конічного пластоміра полягає у вимірюванні кінетики занурення конуса в досліджуване середовище під дією постійного навантаження. Реалізація методу здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – конічних пластомірів [2,3,4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Конструкція конічного пластоміра важливого типу була розроблена під керівництвом П.А Ребіндера в Московському державному університеті для визначення пластичної міцності дисперсних систем і в удосконаленому вигляді використовується до цього часу [2]. Загалом удосконалення конструкцій направлені на зміну пристроїв вимірювання глибини занурення конуса. В сучасних зарубіжних аналогах використовуються електронні вимірювальні пристрої [4]. Відомі на даний час конструкції пластомірів і методики їх використання призначені для визначення величини одного параметра – граничного напруження зсуву досліджуваного матеріалу. Але для моделювання процесів формування керамічних виробів необхідно знати інші реологічні параметри висококонцентрованих глинистих паст, які можуть бути отримані в результаті дослідження кінетики занурення конуса в досліджуване середовище.

Мета даної роботи полягає в розробленні та виготовленні пластоміра, конструкція якого забезпечить вимірювання динамічних параметрів процесу занурення конуса в досліджуваний матеріал.

Виклад основного матеріалу. На основі проведеного аналізу існуючих конструкцій в середовищі SolidWorks розроблена модель конічного пластоміра (рис.1).

На плиті 1 змонтована стійка 2, на якій хомутами 3 фіксується вертикальне положення пластини 4. На пластині кріпиться лінійний підшипник 5, який забезпечує вільне вертикальне переміщення напрямної 6. До напрямної кріпиться змінний конус 7, який занурюється у глинисту масу 8. Початкове положення напрямної з конусом фіксується стопором 9. Під час проведення досліду під дією власної ваги рухомих деталей та додаткових вантажів, які встановлюються на платформу 10, конус переміщується і втискується в глину. На виході енкодера 12, який через гумове колесо 11 контактує з напрямною 6, формується послідовність імпульсних сигналів, які дозволяють контролювати в реальному часі відносне лінійне переміщення конуса.

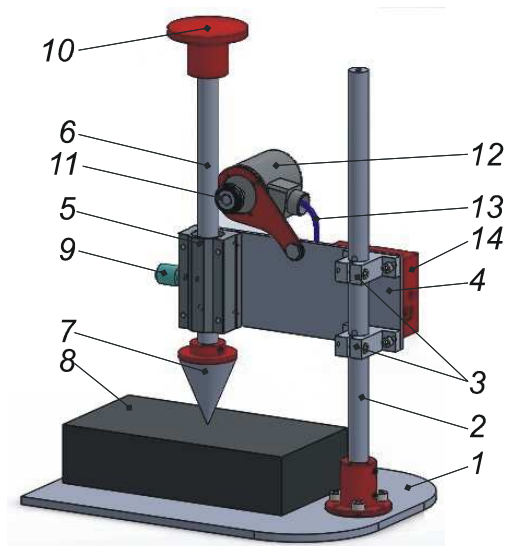


Рисунок 1. 3D модель пластоміра: 1 – плита, 2 – стійка, 3 – хомути, 4 – пластина, 5 – лінійний підшипник, 6 – напрямна, 7 – конус, 8 – глина, 9 – стопор, 10 – платформа для вантажу, 11 – гумове колесо, 12 – енкодер, 13 – кабель, 14 – електронний модуль

Figure 1. 3D model of penetrometer: 1 – bearing plate, 2 – rack, 3 – yokes, 4 – plate, 5 – Linear Bearing, 6 – directing, 7 – cone, 8 – clay, 9 - stopper, 10 – platform for cargo, 11 – rubber wheel, 12 – encoder, 13 – cable, 14 - electronic module

Інформаційні сигнали кабелем 13 подаються в електронний модуль 14. Керування вимірювальним пристроєм здійснюється за допомогою персонального комп'ютера.

Така відносно нескладна конструкція потребує невеликих затрат на її виготовлення й забезпечує необхідну мобільність, зручність і точність проведення дослідів. За рахунок використання уніфікованих вузлів і спрощеної кінематики, порівняно з системами важільного типу, до мінімуму знижується вплив сил тертя на результати вимірювань.

Пластомір разом із персональним комп'ютером і відповідним програмним забезпеченням утворюють інформаційно-вимірювальну систему для дослідження реологічних властивостей висококонцентрованих систем глина–вода.

Вимірювальна підсистема пластомира (рис.2) включає в себе енкадер, електронний вимірювальний пристрій і персональний комп'ютер. Зв'язок між комп'ютером і вимірювальним пристроєм здійснюється по інтерфейсу USB через інтегральний перетворювач FT232R.

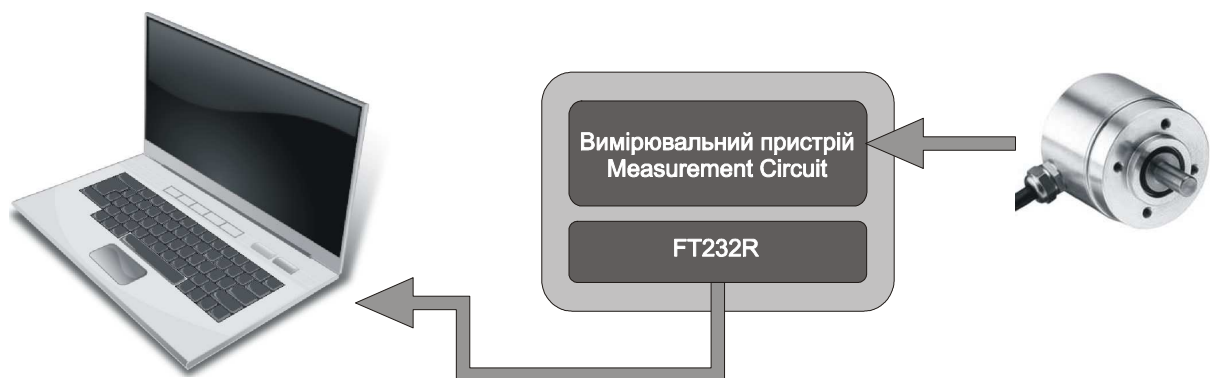


Рисунок 2. Функціональна схема вимірювальної системи

Figure 2. Functional diagram of the measuring system

Внутрішня структура електронної частини вимірювально-інформаційної системи показана на рис.3. Вимірювальний пристрій побудовано на основі високопродуктивного 16-розрядного контролера цифрових сигналів dsPIC30F4012 фірми Microchip Technology Incorporated [5]. В якості енкодера в конструкції використовується фотоелектричний перетворювач кутових переміщень інкрементального типу VE178A5. Розділова здатність енкодера – 2500 імпульсів на один оберт вала. Сигнали A, B, Z з енкодера надходять на обробку в спеціальний інтерфейсний модуль квадратурного енкодера (ІМКЕ / Quadrature Encoder Interface Module) контролера. Період вибірки значення кутового положення енкодера задається

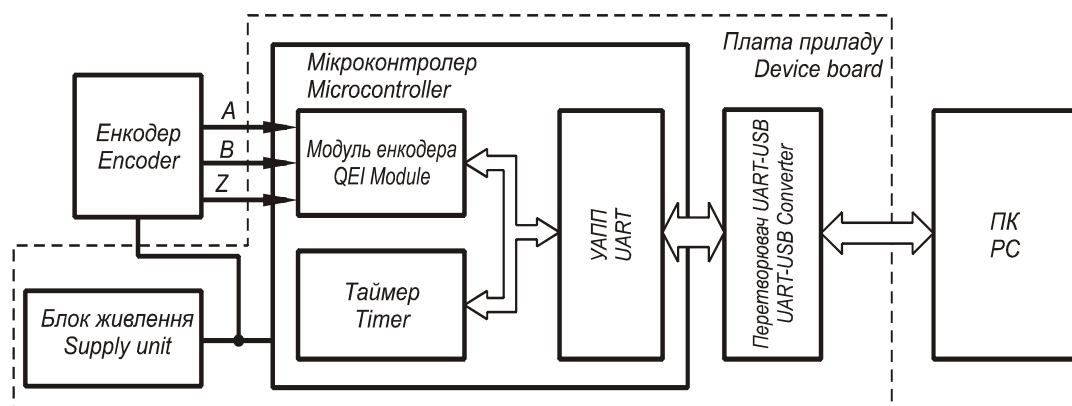


Рисунок 3. Блок-схема вимірювальної системи

Figure 3. Block diagram of the measuring system

таймером. Передавання і приймання даних контролера здійснюються у послідовному виді через універсальний асинхронний приймач-передавач (УАПП / Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) module).

Для налаштування параметрів системи, керування процесом вимірювання в реальному часі, зберігання і подальшого опрацювання інформації використовується персональний комп'ютер (ПК / PC). Для забезпечення зв'язку між комп'ютером і вимірювальним пристроєм використано перетворювач інтерфейсу UART-USB моделі FT232R в інтегральному виконанні виробництва фірми Future Technology Devices International Limited [6].

Електронна частина вимірювальної системи складена на одній друкованій платі з використанням технології поверхневого монтажу (рис.4) і розміщена в окремому пластиковому корпусі.

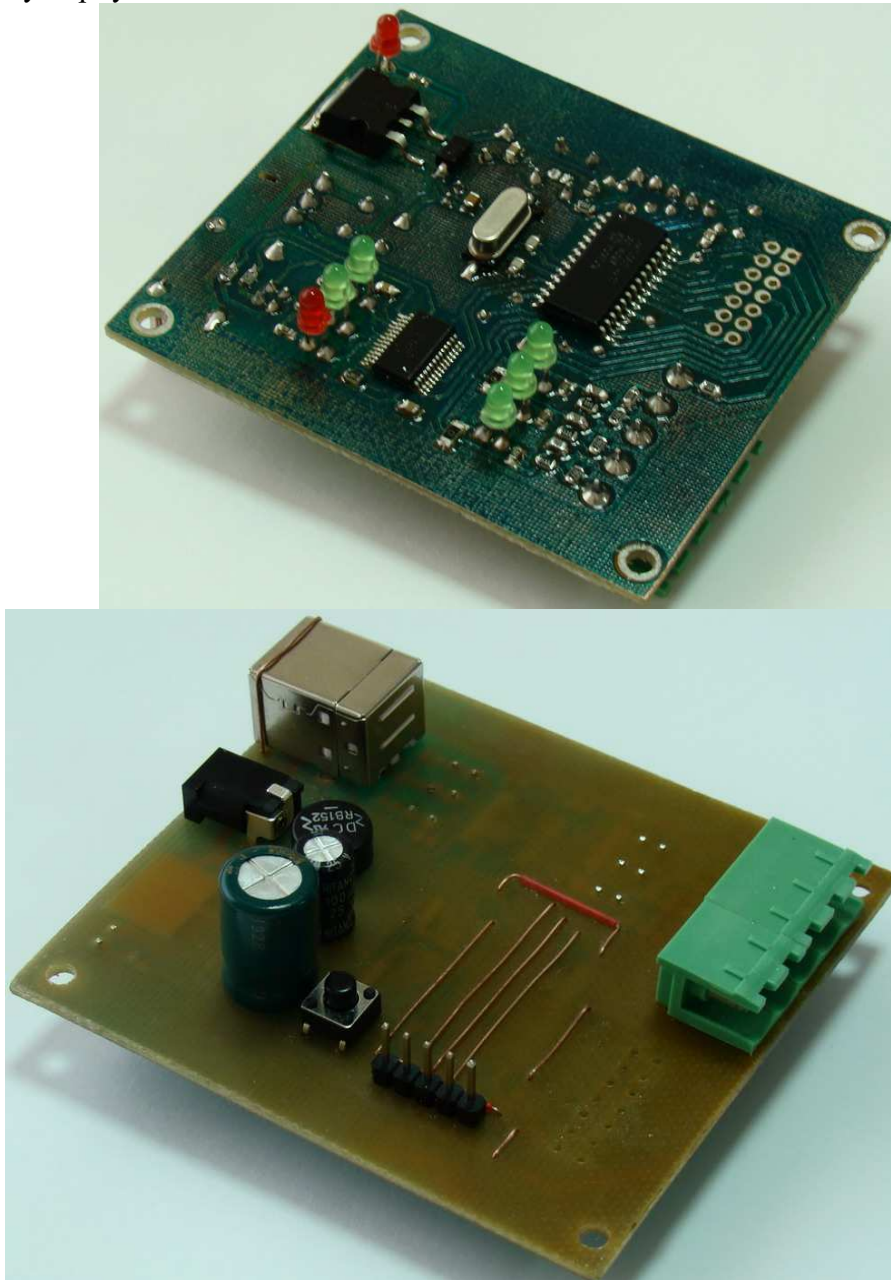


Рисунок 4. Загальний вигляд електронної плати вимірювального приладу

Figure 4. General view of the electronic board of measuring device

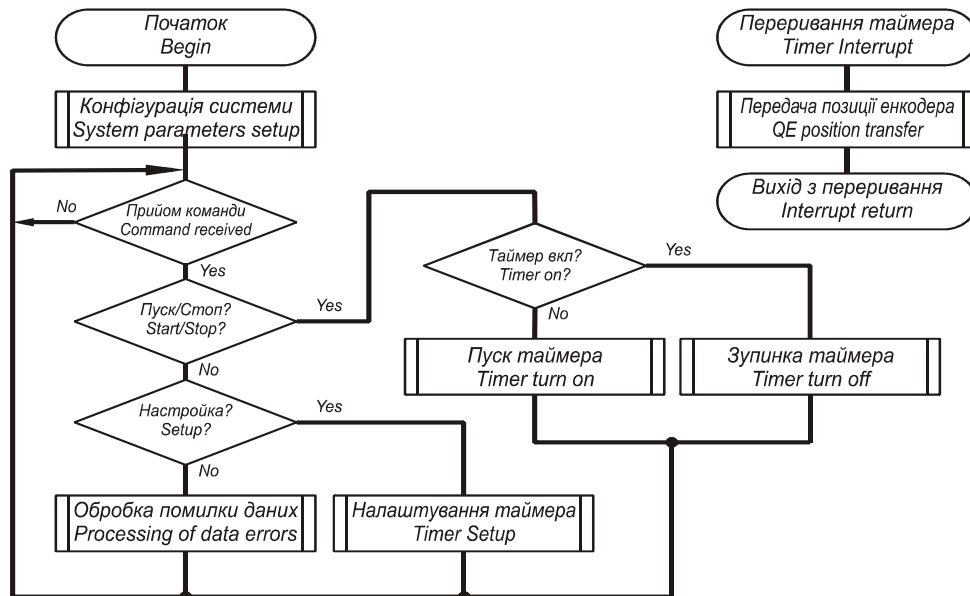


Рисунок 5. Алгоритм програмного забезпечення мікроконтролера

Figure 5. Algorithm of microcontroller software

Програмне забезпечення вимірювальної системи складається з двох окремих частин:

- програмне забезпечення контролера цифрових сигналів dsPIC30F4012;
- програма керування процесом вимірювання для ПК.

Програма мікроконтролера (рис.5) забезпечує постійний контроль кутового положення квадратурного енкодера й передавання значення через задані проміжки часу на керуючий комп'ютер. Основна підпрограма в режимі нескінченного циклу за командою з комп'ютера здійснює налаштування періоду відліку таймера, ввімкнення і вимкнення таймера. Підпрограма переривання таймера виконує передавання значення внутрішнього лічильника модуля енкодера через асинхронний послідовний інтерфейс.

Програмне забезпечення керуючого комп'ютера розроблене в середовищі Borland C++ Builder із використанням драйверів і бібліотек від компанії Future Technology Devices International Ltd. (FTDI). FTDI надає два альтернативних програмних інтерфейси для гами своїх мікросхем USB-UART і USB-FIFO [7]. Один інтерфейс надає доступ до USB-порту через віртуальний COM-порт (VCP), який з'являється в системі. Другий інтерфейс, D2XX, забезпечується за допомогою власної DLL-бібліотеки (FTD2XX.DLL). Інтерфейс D2XX надає спеціальні функції, які не доступні в стандартній операційній системі COM порту, таких, як установка пристрою в інший режим або запису даних у EEPROM пристрою.

На даний час реалізовано перший варіант із використанням VCP, оскільки використання спеціальних можливостей не передбачається. При цьому програма забезпечує:

- відкриття необхідного віртуального COM-порту;

- налагодження параметрів порту і частоти вибірки процесу вимірювання;
- запуск і візуальний контроль вимірювання;
- зберігання результатів вимірювань у бінарному й текстовому вигляді.

Результатом реалізації всіх описаних вище елементів є виготовлена й випробувана інформаційно-вимірювальна система, яка зображена на рис.6.

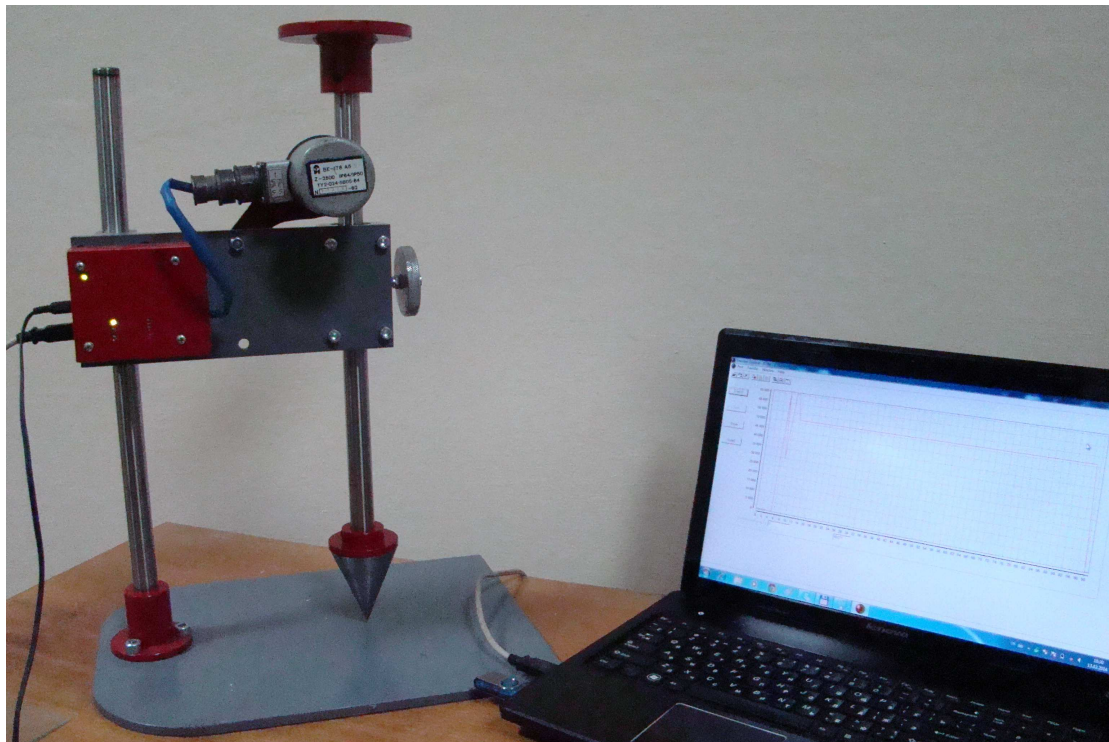


Рисунок 6. Інформаційно-вимірювальна система на базі конічного пластоміра

Figure 6. Conic penetrometer based information-measuring system

Висновки. Розроблено та виготовлено пластомір, конструкція якого забезпечить вимірювання кінетичних параметрів процесу занурення конуса в досліджуваний матеріал. Наступним етапом буде дослідження метрологічних характеристик вимірювальної системи, уточнення області її можливого використання та розроблення методики вимірювань.

Conclusions. Thus, researching of the properties of clay mix on the new design conic penetrometer is offered. This design provides an opportunity to explore the kinetics of the process immersing a cone in the studied material. The next step is to study the metrological characteristics of the measuring system, refinement of its possible use and development of measurement techniques.

Список використаної літератури

1. Городнов, В.Д. Физико-химические методы предупреждения осложнений в бурении [Текст] / В.Д. Городнов – М.: Недра, 1977. – 280 с.

2. Кондращенко, Е.В. Определение пластической прочности растворных и бетонных смесей [Текст] / Е.В. Кондращенко, В.И. Кондращенко, В.Д. Кудрявцева та ін. // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – 2012. – №32. – С.54–61.
3. Пат. 2094769 Российская Федерация, МПК6 G 01 N 11/10. Пластометр / Давыдов В.Н.; заявитель и патентообладатель Давыдов В.И. – №94033257/25; заявл. 12.09.94; опубл. 27.10.97.
4. Test International. Product catalogue. Issue 1 [Електронний ресурс] / Каталог продукції // Test International. – 2014. – Випуск 1. С.86. — Режим доступу до каталогу: <http://testinternational.co.uk/wp-content/catalogue/index.html>.
5. dsPIC30F4011/4012 Data Sheet [Електронний ресурс] / Специфікація IC dsPIC30F4011/4012 // Microchip Technology Inc. – 2005. – 228 с. Режим доступу: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70135C.pdf>
6. FT232R USB UART IC Datasheet. Version 2.10 [Електронний ресурс] / Специфікація IC FT232R. Версія 2.10 // Future Technology Devices International Limited. – 2010. – 43 с. – Режим доступу: http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
7. D2XX Programmer's Guide. Version 1.3. [Електронний ресурс] / Інструкція програміста D2XX // Future Technology Devices International Limited. – 2012. – 112 с. Режим доступу: http://www.ftdichip.com/Support/Documents/ProgramGuides/D2XX_Programmer%27s_Guide%28FT_000071%29.pdf

Отримано 14.06.2014