

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА (ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ) І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 004:591.5:612

О. М. Ключко, канд. біол. наук, доц.
В. І. Цал-Цалко, студ.

РОЗРОБКА НОВОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДЛЯ УМОВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ІЗ ЗАХИСТОМ ДАНИХ

Інститут аеронавігації НАУ, e-mail: iesy@nau.edu.ua

Наведено результати розробки нової системи для моніторингу ряду показників стану здоров'я населення в умовах Українського Полісся, наявності речовин-забруднювачів довкілля в організмах, програмного забезпечення та захисту інформації в такій системі.

Ключові слова. Система для моніторингу, довкілля, екологія, екобезпека, захист інформації.

Вступ. У попередніх публікаціях [1, 2, 3] вже були описані як розроблені нами деякі теоретичні принципи створення технічних електронних інформаційних систем (ІС) для біології та медицини, так і досвід ряду практичних розробок нами таких систем. Наступним кроком стало застосування розроблених нами елементів систем з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) для створення електронних технічних систем для моніторингу довкілля [1], зокрема системи, названої нами «ЕкоІС». Перша версія «ЕкоІС» описана нами в публікації [4]. Будучи складною мережевою системою, що допускає удосконалення та відносно незалежний розвиток окремих її частин, ми на певному етапі вирішили розширити можливості системи «ЕкоІС», додавши медичний компонент, суть якого описана нижче. Це є особливо цінним для умов Українського Полісся, екологічні умови якого у багатьох районах були погіршені внаслідок їх забруднення поллютантами внаслідок Чорнобильської аварії (1986 р.). Тому ми вбачаємо за доцільне розширити функціональні можливості «ЕкоІС» із тим, щоб було можливим виконувати моніторинг не тільки щодо наявності поллютантів у довкіллі та реакцію на них безхребетних організмів, але і моніторинг у часі ряду показників здоров'я людини, у тому числі біохімічних показників функціонування організму. Описанню розробленої нами структури і функцій медичного компоненту «ЕкоІС» і присвячена дана стаття. Практика сучасного життя показала, що при переході вітчизняних медиків до роботи на сучасних електронних комплексах для моніторингу здоров'я населення, що проживає у несприятливих екологічних умовах, необхідно створення і впровадження локальних ІС діагностичних центрів, окремих лікарів, формування єдиних і в той же час гнучких форматів зберігання діагностичних даних, з наступним об'єднанням таких індивідуальних робочих місць в єдині мережі, спочатку - рівня клінічної установи, потім вищого рівня, аж до загальнодержавного. Ефективність медичної ІС багато в чому залежить також від максимально можливої формалізації діагностичної інформації, для якої потрібна активна співпраця інженерів-розробників та медиків [1].

У ході обґрунтування виконаних робіт можна відзначити актуальність автоматизації діагностики [1]. Одним з таких додатків у функціях ІС є скринінг - фільтрація по деякому набору діагностичних параметрів пацієнтів при масовому обстеженні і виділенні групи ризику для проведення більш повного обстеження. При цьому не потрібно високої достовірності первинної діагностики, оскільки поріг відбору може бути заданий з достатнім запасом. Для скринінгу можуть використовуватися досить прості алгоритми типу дерева ознак або розрахунку деякої ваговій метрики вхідних параметрів. Більш складні діагностичні програми – експертні системи – спираються на деяку базу знань, що формуються накопиченням досвіду з застосування інших методів діагностики. Вони використовують складні алгоритми, основані на аналізі зв'язків між ознаками або опираються на моделі нейронних мереж, які можуть самоналаштуватися за деякою навчальною вибіркою, що робить їх практично універсальними. Для отримання об'єктивної діагностичної інформації може використовуватися текстурний аналіз томограм або ультразвукових зображень, автоматичне виділення об'єктів, визначення характеристик з подальшою їх ідентифікацією та класифікацією за допомогою систем розпізнавання образів.

Такі системи комп'ютерної діагностики можуть використовуватися як спільно з ІС типу електронної історії хвороби, так і автономно, наприклад безпосередньо в діагностичних центрах або в кабінетах прийому лікарів - фахівців. Спільно з діагностичним обладнанням можуть використовуватися також спеціальні прикладні програми, оптимізовані під вузьке використання - настройку оптимальної візуалізації, побудова довільних зрізів або проєкцій, тривимірне моделювання, суміщення зображень, форматування груп зображень для друку [1]. Все це позбавляє лікарів-діагностів і допоміжний персонал від рутинних операцій, значно спрощує, полегшує і прискорює їх роботу. Останніми роками в Україні такі програмні продукти стали активно розробляти і впроваджувати [1].

Постановка задачі. Задача даної роботи полягала у тому, щоб розробити частину системи для моніторингу ряду медичних показників стану здоров'я населення, біохімічних показників організму, електронну медичну картку пацієнта тощо, для районів Українського Полісся та адекватний спосіб захисту інформації у такій системі.

Основна частина. Створення електронної медичної картки пацієнта. Опишемо, що являє собою у наших роботах електронна медична картка обстеженої особи, і що вона дає для лікаря. Таким варіантом медичної карти є підсистема ІС, яка спирається на технологію реляційних баз даних. Реляційною базою даних є деяка таблиця (або декілька пов'язаних таблиць), в якій зберігається довільна кількість записів - чітко структурованих рядків даних. Такий спосіб зберігання інформації дозволяє зручно, в автоматичному режимі, відбирати дані за деякою ознакою або набору ознак, впорядковувати їх відображення по різних стовпцях таблиці, наприклад, за датою, прізвища, діагнозу. Ця технологія дозволяє накопичувати і зберігати інформацію, здійснювати її швидкий пошук. Подібні ІС системи активно використовуються в управлінні виробництвом, банківській справі, інших областях. Сучасні засоби розробки прикладних програм дозволяють поєднати БД з функціями додаткової обробки даних - розраховувати статистичні параметри, будувати діаграми, спрощувати створення звітів [1].

При роботі з медичною інформацією така ІС відноситься не до певного пацієнта, а до широкої групи (рівень клінічного закладу, району, міста, країни). Таким чином, медичній картці пацієнта відповідає вибірка із загальної БД відповідного рівня за ознакою даного пацієнта. Електронна форма медичної карти полегшує вирішення багатьох завдань:

- а) документування (накопичення, надійне зберігання, можливість зручного перегляду) довільної медичної інформації про пацієнта з прив'язкою до календарної дати і особи пацієнта;
- б) пошук (фільтрацію по набору ознак) необхідної інформації;
- в) відстеження тимчасової залежності окремих діагностичних параметрів;
- г) дослідження ефективності роботи - відстеження кореляції окремих залежностей для пацієнта, формування інтегральних статистичних залежностей рівня клінічного закладу і т.д.

Природно, така ІС система передбачає наявність зручних засобів введення і відображення інформації. Для введення текстової і цифрової інформації надаються форми (бланки), які відображаються на екрані комп'ютера [1]. При можливості формалізації даних (формування кінцевого або доповнюваного списку значень вводиться параметра) вибір значення робиться з наданого списку. У систему можуть додаватися всілякі електронні довідники (класифікатор діагнозів, лікарських засобів, адресна книга і т.д.). Передбачаються кошти імпорту даних апаратних обстежень. Багато сучасні медичні прилади (томографи, флюорографи, ультразвукові сканери, кардіографи і т.д.) формують результат безпосередньо в електронному вигляді. Існують міжнародні стандарти для приладової діагностичної інформації, наприклад DICOM (див. розділ 1, додаток до нього). Для захисту даних від випадкової втрати в результаті аварії устаткування або навмисного зловживання даних такі ІС розміщуються на добре захищених серверах, що мають засоби резервного копіювання даних [1].

При роботі з розробленою нами ІС лікар може досить швидко вводити нову інформацію (природно при відповідній кваліфікації роботи з клавіатурою), її систематизувати у вигляді таблиць і графіків, порівняти наявний випадок з подібними для уточнення діагнозу та оцінки перспектив розвитку стану пацієнта, швидко складати звіти та виписки, значна частина текстів яких може формуватися автоматично і методом копіювання. При глобалізації такої системи, крім наявної виписки лікар може отримати швидкий доступ безпосередньо до діагностичної інформації. В умовах нашої країни тільки деякі клінічні установи мають локальні комп'ютерні мережі і вихід в Інтернет, причому навіть у цьому випадку кількість комп'ютерів явно недостатня, пряме перенесення західних розробок (і навіть стандартів) на умови України часто неможливе. Є проблеми роботи зі слов'янським алфавітом, необхідність переналаштування, структуризації даних.

Тому виконання таких робіт в Україні вимагає активної роботи фахівців як в інформаційно-комп'ютерних технологіях (ІКТ), так і в медицині.

Розробка програмного комплексу «Загальна медична база даних» у складі «ЕкоІС». У рамках виконання цієї роботи була розроблена медична ІС з БД пацієнтів (а також здорових мешканців) для застосування у екологічно забруднених районах Українського Полісся (зокрема, м.Новоград-Волинський та його околиць), і може бути застосована для проведення моніторингів характеристик стану здоров'я населення, що проживає у екологічно несприятливому доквіллі аеропортів. ІС названа нами "Загальна медична база даних". При розробці ІС враховували дві важливі особливості поліського регіону. Перша - це райони, що зазнали радіаційного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії, і у таких районах надзвичайно важливим є проводити багаторічні моніторинги як екологічної ситуації, так і стану здоров'я населення для того, щоб підтримувати цей стан на максимально високому рівні та своєчасно реагувати, зменшуючи показники захворюваності та смертності. Друга – регіон характеризується великою кількістю лісів, малою щільністю населення, що проживає у віддалених важкодоступних малих населених пунктах. У таких умовах є проблематичною не тільки швидка медична допомога і медична допомога взагалі, але навіть і просто зв'язок між населеними пунктами. Сучасні ІКТ допомагають досягти кардинальних успіхів у вирішенні таких задач [1].

Розроблена мережева ІС із застосуванням БД для медичного обслуговування населення та моніторингу його стану здоров'я, що має назву «Загальна медична база даних» у складі «ЕкоІС». Найбільш детально були розроблені наступні елементи цієї ІС:

- 1 – медичні бази даних;
- 2 – електронна медична картка обстежуваної особи (або пацієнта);
- 3 – електронний ключ для захисту електронної інформації стану здоров'я обстежуваної особи (або пацієнта), оскільки така інформація є конфіденційною.

Нижче послідовно наведена інформація щодо виконання кожного елементу ІС.

Розробка електронної медичної бази даних у складі «ЕкоІС». Електронна медична база даних – електронний аналог звичайної медичної карти пацієнта. Це сховище записів, кожна з яких містить інформацію медичного характеру: скарги, діагноз, назначені препарати, результати лабораторних досліджень, медичні показники тощо. Кожен запис може містити як текстову інформацію і табличні дані, так і графічні зображення, а також прикладені файли довільного типу (електронні таблиці, документи у форматі PDF інше). Крім того, записи можуть містити медичні зображення формату DICOM (КТ, МРТ, УЗД тощо). Створена електронна медична БД є доступною у будь-якій лікарні України, де є Інтернет. Вона виключає втрату даних і необхідність пам'ятати, де яка довідка знаходиться.

В ході написання коду для електронної медичної бази даних спочатку був розроблений інтерфейс програми, які включає в себе близько 20 форм. Структура взаємодії між формами наведена на рис. 1.

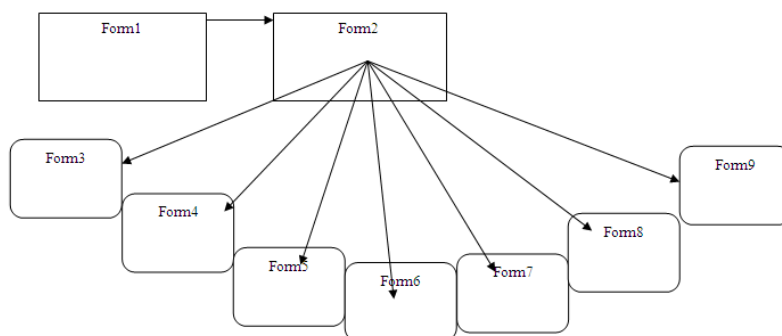


Рис. 1. Структура програмного комплексу "загальна медична база даних" зчитування ІДлікаря з електронного ключа. На Form2 зображено декілька вкладок відповідно до рівня доступу лікаря на цінності інформації. Наприклад лікар – рентгенолог не зможе побачити історію хворого в інфекційному відділенні. На першій вкладці зображені дані пацієнта. Якщо електронний ключ з рівнем доступу «реєстрація», то користувач може додавати, або редагувати персональні дані пацієнта. Інші лікарі бачать тільки інформацію без можливості редагування.

На інших вкладках знаходяться автоматизовані робочі місця (АРМ) відповідних лікарів, що відрізняються від описаних вище ЕРМ як функціонально, так і програмним забезпеченням. Лікар в

Form1 являє собою інтерфейс «вітання», а також виконує функцію заходу в основну програму із зчитуванням даних електронного ключа та ідентифікаційного номера пацієнта, якщо він вже внесений в базу. В додатку А показано фрагмент коду для

кожну хвилину з АРМ може відкрити історію хвороби та переглянути її. Пошук відбувається по даті внесення до БД.

На вкладці «Лабораторія» знаходяться декілька кнопок, які викликають відповідні форми для збереження або переглядання аналізів (рис. 1, 2, 3, 4).

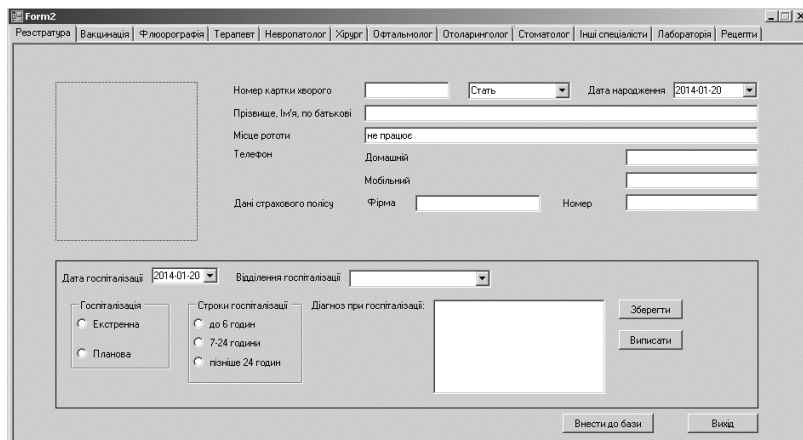


Рис. 2. Form2, вкладка «Реєстратура»

Таблиці MySQL та взаємодія C# з базою даних. Іноді буває необхідним зв'язати між собою ці, здавалося б, різні в усьому технології: наприклад, для написання офлайнного клієнта для CMS [1], що працює на MySQL, створення локальної БД / програми, що використовує її без обмежень продуктивності, внесених, наприклад,

безкоштовною версією Microsoft SQL. Опишемо, як були виконані роботи по створенню зв'язку MySQL i.NET. Були використані програми Navicat8.1 for MySQL для спрощення роботи з MySQL - є безкоштовні версії Freeware. Звичайно, її можна цілком замінити на MySQL Command Line Client. В цьому розділі будуть наведені приклади коду рідною мовою. NET - C #.

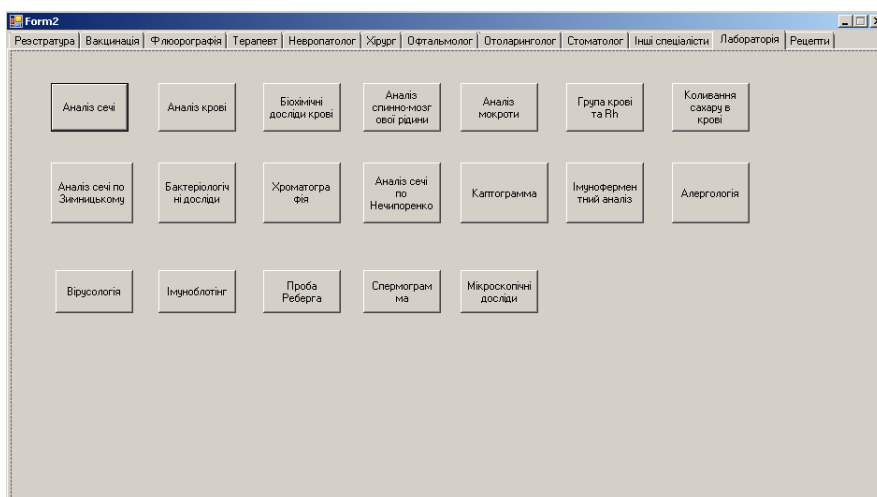


Рис. 3. Form2, вкладка «Лабораторія»

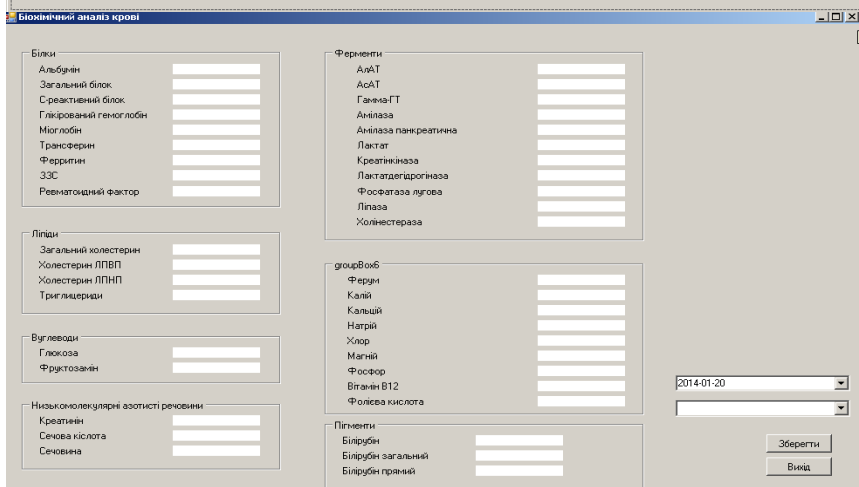


Рис. 4. Form6 «Біохімічний аналіз крові»

Потрібно правильно встановити програмне забезпечення на ПК. Це досить докладно розписано на сайті MySQL - Ставимо студію, MySQL, після чого ставимо MySQL.NETConnector. Після того,

потрібно створити проект, який зможе використовувати класи MySQL Connector для роботи з БД. Запускаємо студію, створюємо новий проект - Windows.Forms, мова C#. Після цього, додаємо Reference на компонент MySql.Data (натискаємо правою кнопкою по References (у мене - справа) -> Add reference). Тепер нам доступно простір імен MySql.Data. З нього ми будемо використовувати MySql.Data.MySqlClient - додаємо відповідну директиву using.

В лістингу «З'єднання» показано, як правильно писати код, щоб з'єднатися з базою даних.

Лістинг програми «З'єднання»:

```
// дані з'єднання
string MySQL_host = "localhost";
string MySQL_port = "3306";
string MySQL_uid = "root";
string MySQL_pw = "nopassword";
MySqlConnection Connection = new MySqlConnection("Data Source=" + MySQL_host + ";Port=" +
MySQL_port + ";User Id=" + MySQL_uid + ";Password=" + MySQL_pw + ";");
MySqlCommand Query = new MySqlCommand();
Query.Connection = Connection;
try
{
    Console.WriteLine("З'єднуюсь з сервером бази даних");
    Connection.Open();
}
catch (MySqlException SSDB_Exception)
{
    Console.WriteLine("Перевірте налаштування сервера!\n: " + SSDB_Exception.Message);
    return;
}
Console.WriteLine("OK");
```

Для збереження інформації та її подальшого пошуку звичайно потрібно створювати базу даних в таблицях [166]. Для цього була використана найвідоміша СУБД, якою користується 60-70% всього світу – MySQL. В процесі програмування були створені такі таблиці – “Patient”, “Doctor”, “Hospital”, “AccessLevel” та інші (на кожен вкладку програми та форму). В таблиці “Patient” зберігається інформація про пацієнта загального користування (ПІБ, домашня адреса, телефон, інші контактні дані, час госпіталізації, відділ направлення), а також його ID, по якому йде відповідний пошук в базі даних відповідно до історії хвороби. У таблиці “Hospital”, знаходяться дані (ЄДРПОУ, контактні дані приймальні та головних лікарів) про лікарню, в якій працює лікар, який вносить свої дані до БД. Інформація щодо застосованих мов програмування винесена у додатки.

Розробка електронного ключа для захисту медичних даних в «ЕкоІС». Для захисту персональних даних обстежуваної особи в ІС було застосовано такий метод, як захист програми за допомогою апаратного ключа. За допомогою цього методу була захищена конфіденційна інформація про здоров'я обстежуваної особи (пацієнта). Особливо необхідність захисту такої конфіденційної інформації постає у випадку багаторічних моніторингів показників здоров'я великої кількості населення у екологічно несприятливих регіонах (рис. 5, 6, 7).

Багато спеціалізованих пакетів програм використовують цей метод апаратного ключа, проте наш метод також містить елементи новизни. Після купівлі програми, автор, або дистриб'ютор висилає користувачу фізичний пристрій, схожий на флешку, який підключається напряму до USB порту – це і є апаратний ключ.

Розглянемо переваги застосування такого способу захисту в порівнянні з іншим – програмним захистом. По-перше, апаратний ключ – це фізичний пристрій та, в ідеалі, щоб запустити програму більш ніж на одному ПК, знадобиться та сама кількість апаратних ключів, отже це прямий захист від копіювання програм. По-друге, апаратний ключ – це мікросхема, в якій знаходиться певна інформація, дістатися до якої неможливо (окрім як програмно), тому що неможливо заглянути в середину такого «чорного ящика». Частіше за все в апаратному ключі встановлена не фізична пам'ять, а мікроконтролер, який працює за строгою програмою, вшитою у нього. Крім того, після запису такої програми в мікроконтролер, можливо «наказати» йому захистити цю ж програму – проставити ф'юз при прошивці на «тільки читання», який ніякими впливами вже не зняти (тільки затерти всю інформацію з ключа при цьому також втрапити алгоритм його роботи). Тобто

апаратний ключ може являти собою «чорний ящик» з прошитим в середину невідомим алгоритмом. Це і дозволяє на його основі зробити ефективний захист програмного забезпечення від взлому.

Кроками до створення оригінального електронного ключа будуть наступні (рис. 5, 6, 7). Очевидно, що потрібен мікроконтролер та схема, яка реалізує USB інтерфейс. Для нашого проекту будемо використовувати мікроконтролери фірми Atmega. Для них доступне безкоштовне програмне забезпечення для прошивки, а також вони мають низьку ціну у порівнянні зі своїми аналогами. Для нашого ключа було вибрано мікроконтролер ATmega8, оскільки він не включає в себе внутрішнього функціоналу USB, але це нам і потрібно, оскільки реалізуємо функціонал USB самостійно. Було обрано варіант корпусу TQFP, який можна пропаяти руками. TQFP корпус відноситься до розряду SMD компонентів – компонентів поверхового монтажу. Це в свою чергу означає, що деталь встановлюється прямо на печатній платі без отворів для ніжок. Детальніша інформація щодо застосованого мікроконтролера ATmega8 винесена у додатки.

Флеш-пам'ять програм. Команда контролера займає 16 або 32 біта, тому флеш-пам'ять програм організована у вигляді масиву 4К 16 -ти бітових слів. Флеш- пам'ять розділена на дві секції - область додатків і область завантаження (що знаходиться в старших адресах). Флеш -пам'ять витримує до 10.000 циклів перезапису.

Організація оперативної пам'яті. Молодші 1120 адрес адресують регістри АЛУ, регістри введення / виводу і оперативну пам'ять. Перші 96 адрес ставляться до регістрів введення / виводу, решта 1024 байти - пам'ять.

Додатково існує електрично програмована пам'ять, що містить 512 байт і що витримує 100.000 циклів перезапису. Доступ до пам'яті здійснюється через спеціальні регістри введення / виводу.

Таймери. 0 -й таймер загального призначення має 8 - бітовий лічильник, з 10- бітовим додатковим дільником частоти. Таймер може генерувати переривання по переповненню, або по досягненню значення.

1 -й таймер має 16 - бітовий лічильник. Він може бути використаний для генерації сигналів із змінною шпаруватістю (широтно модульовані імпульси, генерації частоти і визначення часу надходження зовнішніх подій.

2 регістра порівняння значення таймера можуть використовуватися для генерації імпульсів із змінною шпаруватістю. Вхідний регістр використовується для завантаження значення таймера в момент надходження зовнішньої події.

2 -й таймер є 8 -ми бітним, і може генерувати частоту і сигнали із змінною шпаруватістю, генерувати переривання по переповненню і досягненню значення.

Послідовний периферійний інтерфейс. Особливості інтерфейсу:

- * Дуплексна передача;
- * Операції в режимах задатчика / виконавця;
- * Програмовані режими передач: перший або старший або молодший біт;
- * 7 швидкостей передач;
- * Генерація переривань.

Універсальний синхронно - асинхронний передавач.

Принципова схема апаратного ключа та код. Опишемо те, як працювати з портом USB, бо операції з цим портом вважаються дуже важким завданням. Було використано вже існуючу розробку V-USB, потрібно було зібрати тільки схему. Схема ця досить проста та включає в себе USBштекер, МК ATMEGA8, 2 діода для зменшення напруги на мікроконтролер оскільки USB дає напругу в 5В. Для правильної роботи мікроконтролера при 16МГц на ніжки МК повинно подаватися 3,3В. Для роботи ключа потрібно 4 резистори та 3 конденсатори (вартість у сумі не більше 50 грн.) Також потрібно прошити мікропроцесор відповідною програмою. В листингу показано, як відправляти дані, які вшиті в оперативну пам'ять мікроконтроллера [1].

Лістинг програми відправки даних

```
uchar usbFunctionRead(uchar *data, uchar len)
{
    if(len > bytesRemaining)
        len = bytesRemaining;
    eeprom_read_block(data, (uchar *)0 + currentAddress, len);
    currentAddress += len;
    bytesRemaining -= len;
    return len;
}
```

В основній програмі на ПК повинен бути написаний такий код для прочитання інформації з мікроконтролера:

```

MyUsbDevice = UsbDevice.OpenUsbDevice(MyUsbFinder);
if (MyUsbDevice == null) throw new Exception("Device Not Found.");
IUsbDevice wholeUsbDevice = MyUsbDevice as IUsbDevice;
if (!ReferenceEquals(wholeUsbDevice, null))
{
    wholeUsbDevice.SetConfiguration(1);
    wholeUsbDevice.ClaimInterface(0);
}
UsbEndpointReader reader = MyUsbDevice.OpenEndpointReader(ReadEndpointID.Ep01);
byte[] readBuffer = new byte[1024];
while (ec == ErrorCode.None)
{
    int bytesRead;
    ec = reader.Read(readBuffer, 5000, out bytesRead);
    if (bytesRead == 0) throw new Exception(string.Format("{0}:No more bytes!", ec));
    Console.WriteLine("{0} bytes read", bytesRead);
    Console.Write(Encoding.Default.GetString(readBuffer, 0, bytesRead));
}
Console.WriteLine("\r\nDone!\r\n");
    
```

Якщо інформація від мікроконтролера не приходила протягом 5 секунд, то вважалося, що вся інформація прийнята.

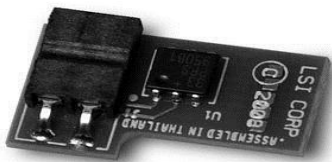


Рис. 5. Апаратний ключ

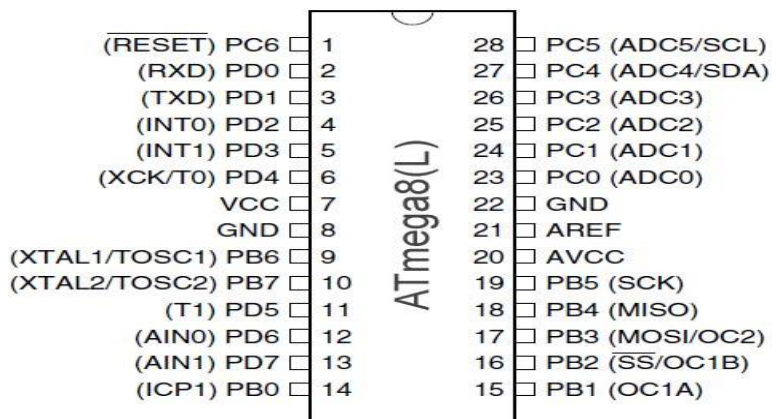


Рис. 6. ATmega8.

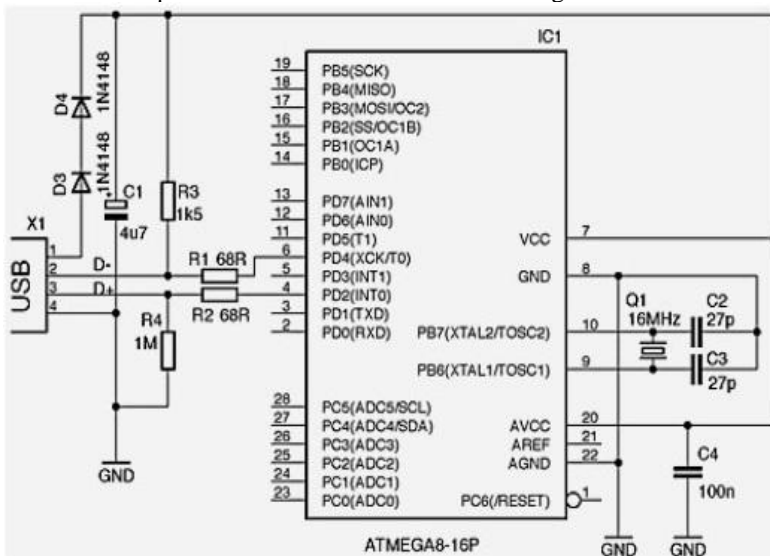


Рис. 7. Принципова схема апаратного ключа

Висновки

Нижче перелічені результати виконаної роботи по створенню електронної системи захисту програмного комплексу «загальна медична база даних» у складі «ЕкоІС»:

– Виконано всебічний аналіз зразків ТІС на основі БД, що створені на сьогоднішній день для робіт у галузях екології біооб'єктів (в тому числі у екстремальних умовах), визначені пріоритетні напрямки власних робіт. Отримані результати зіставлені з іншими методами та вже існуючими зразками ТІС з метою кращого вибору стратегії створення системи для широкомасштабного екологічного моніторингу «ЕкоІС» [1, 4].

– під час розробки електронної системи захисту програмного комплексу «загальна медична база даних» у складі «ЕкоІС» було розроблено власну оригінальну програму на основі СУБД та її захист за допомогою апаратного ключа на основі мікроконтролера AVR ATmega8;

– описано основні моменти реалізації програмного комплексу «загальна медична база даних». Показана блок схема взаємодій форм програми та роз'яснюється зв'язування мови C# та системи управління базами даних MySQL за допомогою MySQL Connector;

– описано основні етапи проектування апаратного ключа, застосованого для захисту персональних медичних даних у БД. Представлена його електрична схема та програмне забезпечення за допомогою середовища програмування AVR Studio. Роз'яснюється зв'язування електронного ключа з програмним комплексом за допомогою бібліотеки LibUSBdotNET (бібліотека стала стандартною в мовах програмування C та C++);

– у розроблених БД можуть зберігатися всі рецепти, виписані лікарями, їх підробка неможлива і отже, вся інформація може бути перевірена аптекарями;

– в ході розробки проекту було задіяно майже десяток прикладних програм. Реалізовано основну програму під Windows 8 на платформі .NET Framework 4.5. Розроблену програму можна встановлювати на службові планшети та використовувати зв'язок з базою даних у віддалених місцях від лікарень та госпіталів.

– Запропоновано застосувати методи об'єктно – орієнтованого (ОО) програмування для обробки результатів та при створенні ОО БД [1].

– Запропоновано застосування методів комп'ютерного моделювання, які можна використовувати для оцінки складних ТІС, а також малодосліджених об'єктів (ГКРК) в ситуаціях, коли використання традиційних методологій або ускладнене, або занадто дороге.

– Запропоновано методи екомоніторингу стану здоров'я населення на забруднених поллютантами землях Українського Полісся з використанням системи «ЕкоІС» та з урахуванням зарубіжного досвіду проведення таких робіт [1, 4].

– Створено електронну систему захисту програмного комплексу «загальна медична база даних» у складі «ЕкоІС». Для цього було розроблено власну оригінальну програму на основі СУБД та її захист за допомогою апаратного ключа на основі мікроконтролера AVR ATmega8.

Список літератури

1. Ключко О. М. Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія) / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ. – 2008. – 252 с.

2. Ключко О. М. Створення електронних баз даних в екології та адаптаційній біології / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 2(12), 2007. – С. 19–26.

3. Ключко О. М. Створення екологічних баз даних як частини алгоритмів екологічного моніторингу / О. М. Ключко. – К.: Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 2(16), 2008. – С. 42–50.

4. Ключко О. М. Концепція передавання сигналів у комп'ютерних мережах в сучасній екологічній та сільськогосподарській практиці / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 4(22), 2009. – С. 36–41.