

ПРО ДОСВІД ІНТЕГРАЦІЇ ХМАРНОГО СЕРВІСУ GOOGLE APPS FOR EDUCATION ТА НАЯВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МЕДИЧНОГО ВНЗ

А. В. Семенець, В. Ю. Ковалок, С. Б. Чеканов

*ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України"*

Розглянуто деякі аспекти інформатизації галузі медичної освіти. Означено проблему забезпечення інтероперабельності при застосуванні окремих інформаційних систем та хмарних сервісів у вищому навчальному закладі медичної освіти. Розроблено методику інтеграції існуючих інформаційних систем та хмарного сервісу Google Apps For Education, що базується на використанні можливостей сервісу Google Apps For Developers. Наведено приклад реалізації вказаної методики в Тернопільському державному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського, шляхом розробки інформаційної системи "SysAdminka". Показано практичну методику застосування утиліти School Directory Sync як елемента інформаційної системи "SysAdminka".

Ключові слова: медична освіта, інформаційні системи, інтеграція, інтероперабельність, розробка програмного забезпечення, мови програмування, фреймворк, СУРБД, PHP, MySQL, CakePHP, Google Apps for Education.

ОБ ОПЫТЕ ИНТЕГРАЦИИ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА GOOGLE APPS FOR EDUCATION И ИМЕЮЩЕЙСЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

А. В. Семенец, В. Ю. Ковалок, С. Б. Чеканов

*ДВНЗ "Тернопольский государственный медицинский университет
имени И. Я. Горбачевского МОЗ Украины"*

Рассмотрены некоторые аспекты информатизации отрасли медицинского образования. Отмечено проблему обеспечения интероперабельности при применении отдельных информационных систем и облачных сервисов в высшем учебном заведении медицинского образования. Разработана методика интеграции существующих информационных систем и облачного сервиса Google Apps For Education, основанный на использовании возможностей сервиса Google Apps For Developers. Приведен пример реализации указанной методики в Тернопольском государственном медицинском университете имени И. Я. Горбачевского, путем разработки информационной системы "SysAdminka". Показано практическую методику применения утилиты School Directory Sync как элемента информационной системы "SysAdminka".

Ключевые слова: медицинское образование, информационные системы, интеграция, интероперабельность, разработка программного обеспечения, языки программирования, фреймворк, СУРБД, PHP, MySQL, CakePHP, Google Apps for Education.

ON EXPERIENCE OF THE INTEGRATION OF THE GOOGLE APPS FOR EDUCATION CLOUD SERVICES WITH THE EXISTING INFORMATIONAL INFRASTRUCTURE OF THE MEDICAL UNIVERSITY

A. V. Semenets, V. Yu. Kovalok, S. B. Chekanov

SHEI "Ternopii Medical State University by I. Ya. Horbachevsky of MPH of Ukraine"

Some aspects of informatization of the medical education field are considered. The problem of providing the interoperability between cloud services and information systems that can exist in the medical university is determined. The approach of the integration of the Google Apps for Education cloud services with the existing information systems based on the Google Apps For Developers features is proposed. The example of the integration solution in Ternopil State Medical University by

I. Ya. Horbachevsky which is based on the "SysAdminka" information system development is shown. Practical recipes of the application of the School Directory Sync util as the "SysAdminka" information system component are offered.

Key words: medical education, information systems, integration, interoperability, software development, programming languages, framework, RDBMS, PHP, MySQL, CakePHP, Google Apps for Education.

Вступ. Процес інформатизації галузі медичної освіти включає впровадження та експлуатацію щоразу більшого числа різноманітних інформаційних систем (ІС). Метою їх застосування є автоматизація всіх аспектів роботи медичного ВНЗ: забезпечення навчального процесу, керування адміністративно-господарською, економічною та лікувальною діяльністю.

При цьому на перший план виходять завдання забезпечення ефективної взаємодії (інтероперабельності) ІС різного типу та призначення з метою ефективного використання накопиченої в їх базах даних (БД) інформації.

Ключові програмні компоненти інформаційної інфраструктури ТДМУ

Протягом останнього десятиліття в навчальний процес ТДМУ впроваджено велику кількість нових методик та підходів до підготовки майбутніх спеціалістів. Більша частина вказаних методик ґрунтується на використанні цілого ряду інформаційних технологій та ресурсів [1, 2]. Зокрема, з 2006 року система дистанційної освіти (СДО) Moodle (<https://moodle.org>) активно використовується в навчальному процесі ТДМУ для [3]:

- публікації методичних матеріалів з навчальних дисциплін;
- здійснення щоденного тестового контролю знань студентів при самопідготовці до занять;
- реалізації перескладання семестрового тестового іспиту;
- самозапису студентів на відпрацювання пропущених занять [4].

Для утворення відкритого освітнього середовища необхідні технології, які б дозволили віддалено оперувати усіма необхідними даними. Такі послуги надають технології на основі концепції хмарних обчислень [5]. Основними конкурентами на ринку хмарних сервісів є компанії Google та Microsoft. Широкий спектр можливостей щодо використання у навчальному процесі, у поєднанні з простою впровадження та керування, надає хмарний сервіс Google Apps For Education (<http://www.google.com/enterprise/apps/education/>). Впровадження цього сервісу в ТДМУ розпочалося у 2013 р. за ініціативи А. В. Семенця та В. Ю. Ко-

валка Основні напрямки застосування хмарного сервісу Google Apps For Education в навчальному процесі ТДМУ показано в роботі [6].

Одночасно з інформатизацією навчального процесу відбувався процес автоматизації процесу керування організаційною, адміністративною та лікувальною діяльністю в університеті [7, 8, 9]. Основну увагу слід звернути на використання ІС "Контингент" (<http://contingent.tdmu.edu.ua/>). Вказана ІС (офіційна назва Контингент студентів вищих медичних (фармацевтичного) навчальних закладів III-IV рівнів акредитації) розроблена на замовлення Міністерства Охорони здоров'я України (наказ № 34-Адм від 04.03.1999) для автоматизації обліку руху контингенту студентів та створення відповідних наказів і звітів, а також для контролю міністерством руху контингенту студентів у всіх медичних ВНЗ України та отримання загальної статистики. Авторські права на програму зареєстровані, свідоцтво № 8547. Згідно з наказом МОЗ України № 281-адм від 28.09.2000 р. програма "Контингент" впроваджена в усіх медичних (фармацевтичних) вузах III-IV рівнів акредитації України. З 2014 року підтримка та супровід ІС "Контингент" здійснюється авторами роботи (на виконання листа МОЗ №08.01-47/7062 від 17.03.2014 р.)

ІС "Контингент" забезпечує автоматизацію:

- створення наказів, заліково-екзаменаційних відомостей, звітів;
- процедури працевлаштування випускників;
- обліку успішності студентів;
- отримання статистичних даних для МОЗ України;
- експорту даних в ПЗ ІВС "Освіта" для оформлення заявок на студентські квитки та дипломи.

Автоматизація фінансово-економічних аспектів діяльності університету базувалася на використанні програмного пакету "1С:Предприятие" (<http://v8.1c.ru/>) фірми "1С"[7, 8, 9]. Протягом тривалого часу вказане ПЗ застосовувалося виключно для здійснення бухгалтерського обліку. Однак в кінці 2014 р. в ТДМУ розпочато проект комплексної автоматизації адміністративно-господарської та фінансово-економічної діяльності університету. При цьому передбачається:

- модернізація існуючого ПЗ "1С:Предприятие" в бухгалтерії ТДМУ;

- впровадження використання ПЗ "ІС:Предприятие" для кадрового та економічного обліку у економічному відділі та відділі кадрів ТДМУ.

Метою даної роботи є представлення досвіду авторів щодо планування інтеграції інформаційних систем та сервісів ТДМУ та розробки ІС "SysAdminka" як основної складової процесу реалізації вказаного проекту.

Розробка методик інтеграції інформаційних систем та сервісів ТДМУ

Впровадження сучасних інформаційних технологій в ТДМУ здійснюється також шляхом розробки власних програмних додатків. Це відбувається в рамках реалізації ряду науково-дослідних робіт та навчально-методичних проектів [10].

В рамках 3 етапу впровадження хмарного сервісу Google Apps For Education в ТДМУ авторами роботи було прийнято рішення щодо переведення окремих інформаційних сервісів Інтранет-мережі ТДМУ в хмарне середовище Google Apps For Education [6]. Вказаний крок також був одним з етапів реалізації комплексу заходів по реорганізації інформаційної інфраструктури ВНЗ [11]. Таким чином, програмісти ТДМУ отримали можливість застосовувати інструменти Google Apps For Developers (<https://developers.google.com/>) в проектах розробки ПЗ. Зокрема А. В. Семенець здійснив експериментальне впровадження механізму автентифікації користувачів OAuth 2 [10].

Важливість інтеграції інформаційних ресурсів у ВНЗ розглядається у багатьох роботах, зокрема [12, 13, 14]. На основі аналізу вказаних робіт авторами визначено цілі комплексної інтеграції інформаційних систем та онлайн-сервісів, які використовуються в ТДМУ, в єдине інформаційне середовище, що полягають у наступному:

- формування єдиного реєстру користувачів;
- оперативне оновлення змін в даних (статусі) користувача;
- централізоване керування правами доступу користувачів до окремих ІС та ресурсів ТДМУ;
- авторизація користувачів в онлайн-сервісах ТДМУ з використанням єдиного облікового запису на основі профілю Google Apps For Education.

Основні підходи до процесу інтеграції інформаційних ресурсів організації показано у роботах [13, 14]. На їх основі авторами розроблено методику інтеграції існуючих ІС та онлайн-сервісів (рис. 1), що базується на використанні можливостей сервісу Google Apps For Developers та враховує специфіку ІС, що експлуатуються в ТДМУ.

Методика передбачає розробку окремої ІС "SysAdminka", для виконання наступних функцій:

- консолідації даних про всіх користувачів ТДМУ на основі інформації про студентів з БД ІС "Контингент" та про викладачів з БД ІС "ІС";
- вирішення колізій у випадку виявлення дублювання облікових записів;
- синхронізацію даних облікових записів користувачів з хмарним сховищем Google Apps For Education;
- керування структурою Організаційних Одниць ТДМУ в сервісі Google Apps For Education.

Керування правами доступу додатків інших виробників до сервісу авторизації OAuth 2 та програмних засобів Google (GoogleAPI) здійснюється за допомогою вбудованих засобів сервісу Google Apps For Developers [10].

Зокрема, для СДО Moodle розроблено ряд методик та додаткових модулів (плагінів) для інтеграції з сервісом Google Apps, що підтримують як авторизацію по протоколу OAuth 2 так і синхронізацію даних профілів користувачів [15]. Авторами роботи застосовано модуль authgoogleoauth2 [16]. Аналогічно, для системи керування контентом WordPress також існує ряд доповнень (плагінів), що підтримують авторизацію по протоколу OAuth 2, однак найбільш ефективним є Google Apps Login (<https://wordpress.org/support/view/plugin-reviews/google-apps-login>).

Інтеграція додатків, що розробляються в ТДМУ [10], здійснюється з використанням відповідних офіційно підтримуваних клієнтських бібліотек, залежно від мови програмування, якою написано той чи інший додаток:

- для мови програмування Java застосовується бібліотека Google APIs Client Library for Java (<https://code.google.com/p/google-api-java-client/>);
- для мови програмування PHP застосовується бібліотека HybridAuth (<http://hybridauth.sourceforge.net/>).

Розробка ІС керування обліковими записами користувачів ТДМУ (ІС "SysAdminka")

Сервіс Google Apps For Developers надає користувачам великий набір різноманітних програмних засобів (API), в тому числі і для керування обліковими записами користувачів домену, зокрема:

- Directory API (<https://developers.google.com/adminsdk/directory/>) включає програмні інтерфейси для керування обліковими записами користувачів за допомогою веб-технологій;
- Google Accounts Authentication and Authorization (<https://developers.google.com/accounts/>) забезпечує

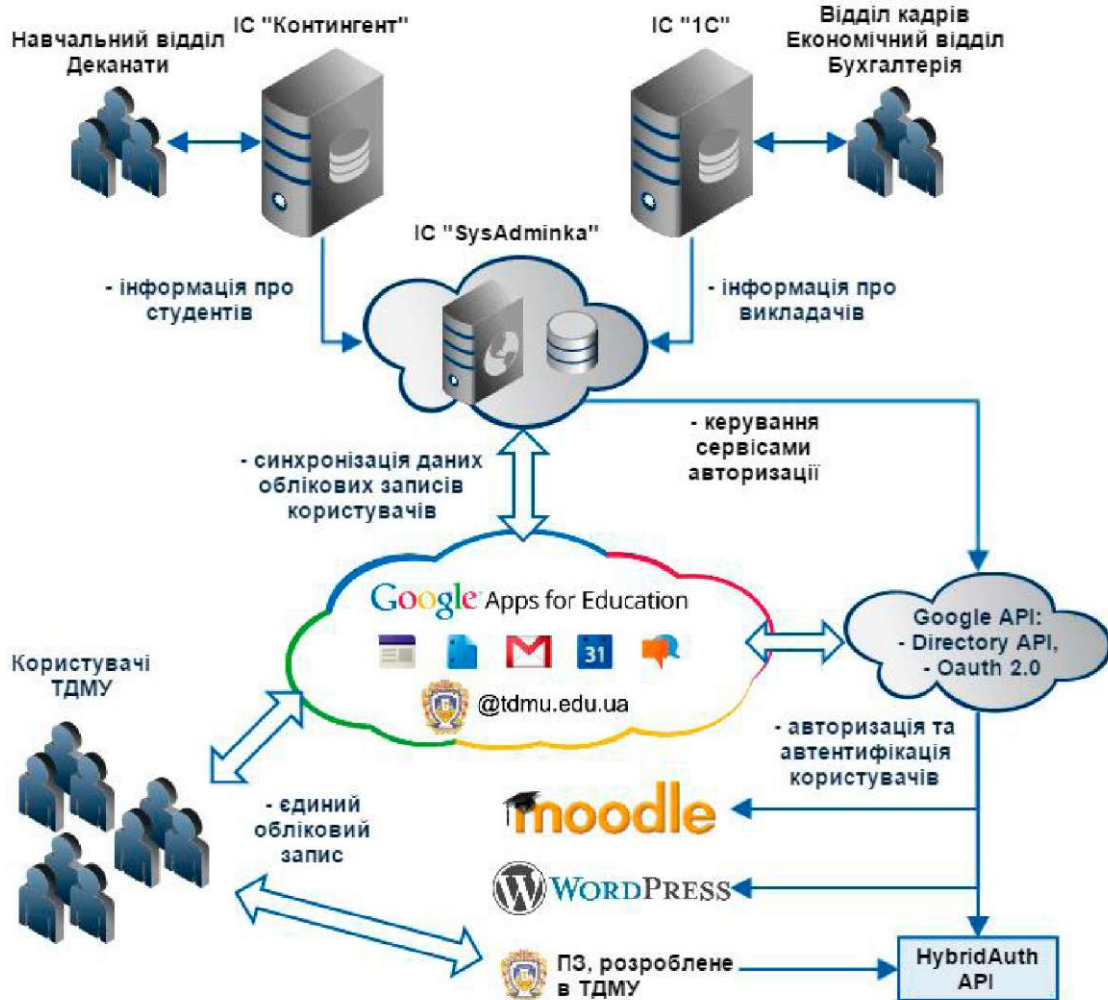


Рис. 1. Принципова схема інтеграції інформаційних ресурсів ТДМУ.

процеси авторизації та автентифікації користувачів хмарного сервісу Google Apps у ПЗ IC, що підтримує протокол OAuth 2.0.

Для синхронізації облікових записів користувачів хмарного сервісу Google Apps For Education компанією Google розроблено спеціальну утиліту School Directory Sync [17], яка є крос-платформовою, підтримує роботу в режимі командної лінійки (консолі) та запуск за розкладом.

Враховуючи можливості наведених вище засобів, авторами розроблено наступну структуру ПЗ IC "SysAdminka" (рис. 2), що включає:

- підсистему імпорту даних з БД IC "Контингент" та з БД IC "1С";
- підсистему експорту даних у форматі файлів *.csv (для обробки утилітою School Directory Sync);
- підсистему керування у вигляді веб-інтерфейсу.

В якості сховища даних для IC "SysAdminka" авторами вибрано СУРБД з відкритим кодом MySQL

(<http://www.mysql.com/>). Внутрішнє представлення БД, спроектованої В. Ю. Ковалком, показано на рисунку 3.

Виходячи з рекомендацій роботи [10], IC "SysAdminka" розробляється у вигляді крос-платформового веб-додатка. В якості мови програмування С. Б. Чеканов запропонував використання мови PHP у поєднанні з наступними фреймворками:

- Twitter Bootstrap (<http://getbootstrap.com/>) - найпоширеніший на даний момент HTML, CSS та JS фреймворк для розробки веб-додатків;
- CakePHP (<http://cakephp.org/>) - зручний PHP-фреймворк з ефективною реалізацією MVC (Model-View-Controller) підходу до розробки додатків;
- AngularJS (<https://angularjs.org/>)-JavaScript-фреймворк від компанії Google, що забезпечує швидку розробку функціональної клієнтської частини веб-додатку.

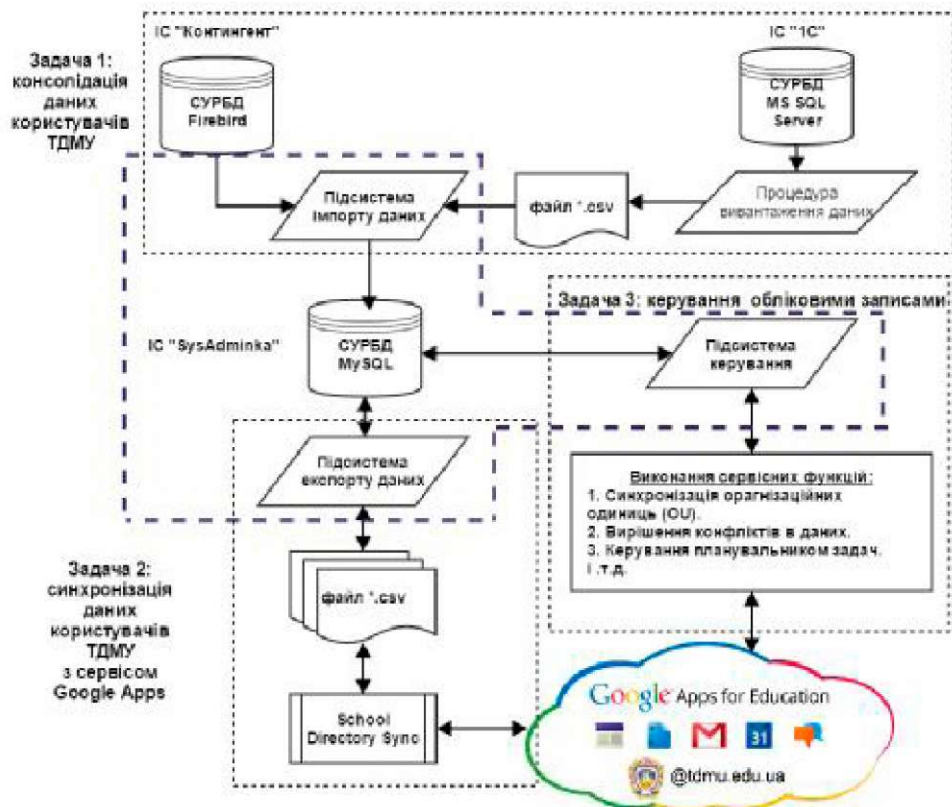


Рис. 2. Функціонально-модульна структура ПЗ IC "SysAdminka"

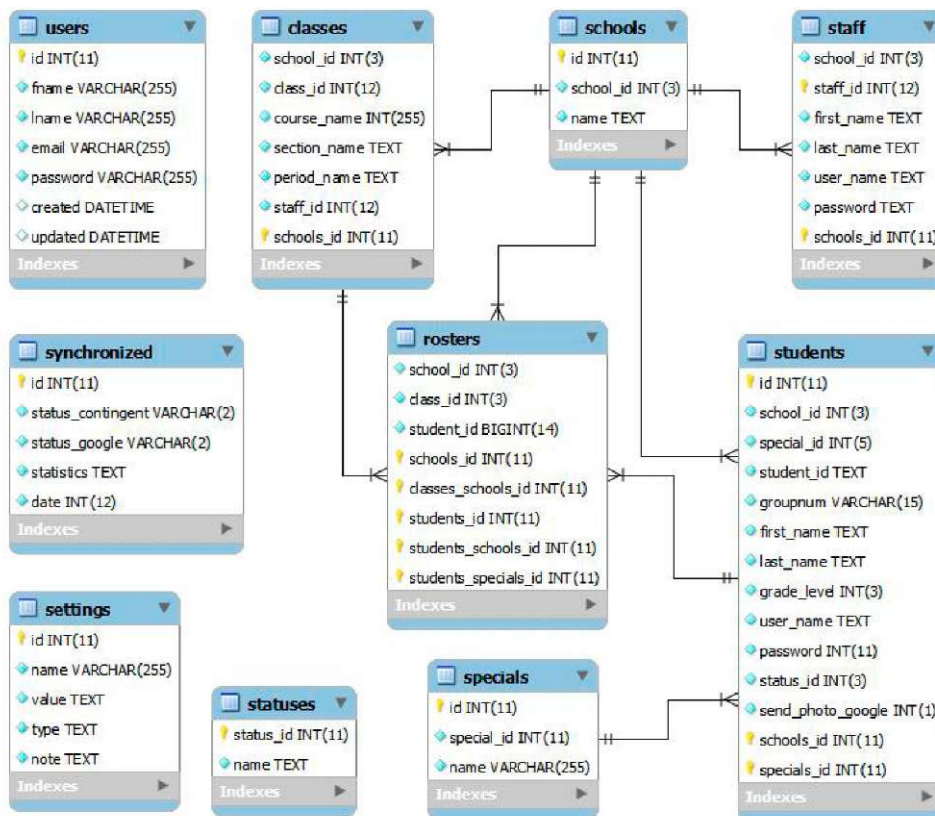


Рис. 3. Внутрішнє представлення БД IC "SysAdminka".

Фреймворк CakePHP надає програмістам широкий перелік інструментальних засобів розробки. Особливої уваги заслуговує наявність розвинених засобів автоматичної генерації коду додатку на основі попередньо спроектованої БД. У лістингу (лістинг 1) показано приклад автоматично згенерованого ORM-модулем (<http://book.cakephp.org/3.0/en/orm.html>) файлу моделі для сутності "Студент" на основі відповідної таблиці БД (рис. 2).

Лістинг 1. Модель сутності "Студент" в IC "SysAdminka"

```
<?php
namespace App\Model\Entity;
use Cake\ORM\Entity;
/** Student Entity.*/
class Student extends Entity
{
    /**
     * @var array
     */
    protected $accessible = [
        'id' => true,
        'school id' => true,
        'special id'=> true,
        'groupnum' => true,
        'first name' => true,
```

```
'last name' => true,
'grade level' => true,
'user name' => true,
'password' => true,
'status id' => true,
'school' => true,
'students' => true,
'rosters' => true,
'send photo google'=> true
];
}
```

Використання засобів автоматичної генерації програмного коду суттєво скорочує трудомісткість та час розробки додатку. Це дозволяє програмісту сконцентрувати зусилля на розробці ключового функціоналу додатка. У даному випадку це модуль контролера, що реалізує всі функції процесу синхронізації даних користувачів ТДМУ. На рисунку 4 наведено перелік методів, що реалізують клас Sync Controller. Повністю з програмним кодом, як даного модуля так і проекту в цілому, можна ознайомитися на сервері GitHub в репозиторії авторів роботи (<https://github.com/semteacher/SysAdminka>).

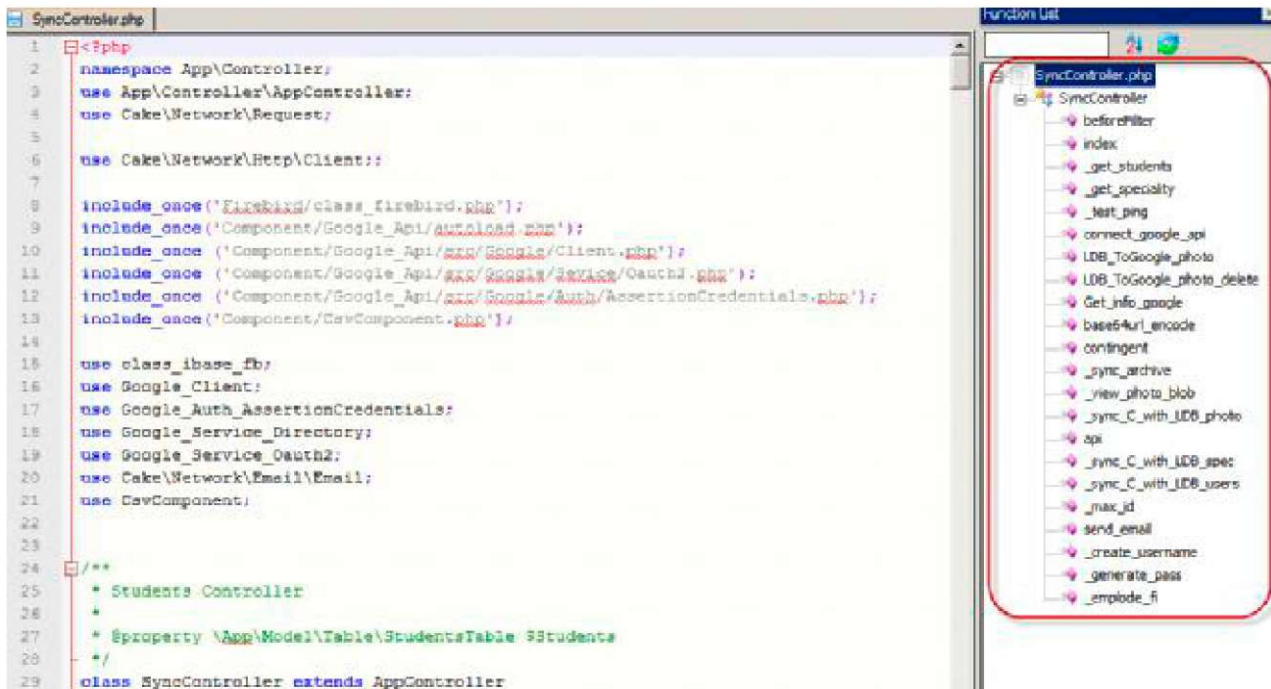


Рис. 4. Методи класу SyncController IC "SysAdminka".

Додатковими перевагами використання фреймворку CakePHP в процесі розробки IC "SysAdminka" стали:

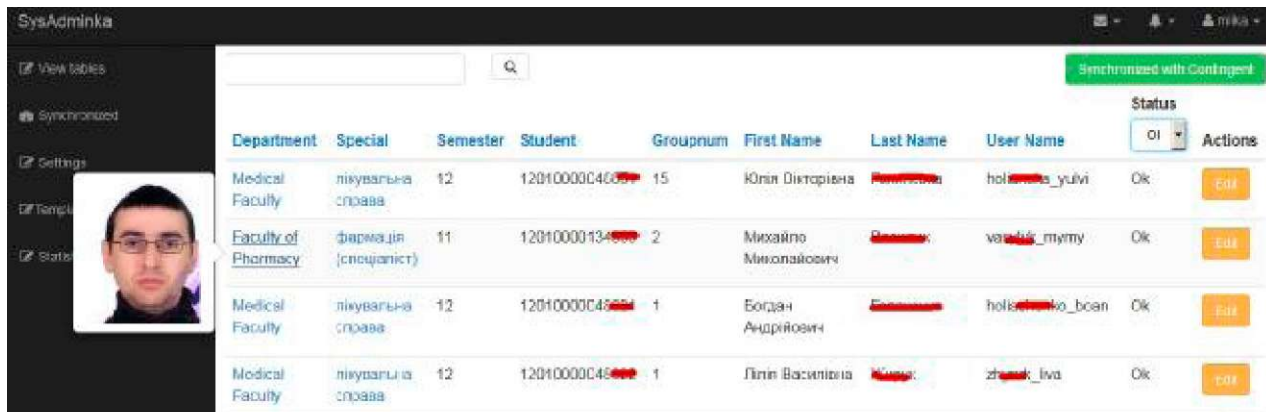
- наявність готових шаблонів (Templates) представлень (Views), що дало можливість авторам швидко створювати необхідні сторінки доступу до даних (рис. 5);

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ

- простота інтеграції з іншими фреймворками, зокрема відмінна сумісність з вищевказаними Twitter Bootstrap та Angular JS, що дозволило авторам ефективно використати в проєкті можливості технологій

HTML5, CSS3, Ajax та ін., без надмірних затрат праці і часу.

- вбудовані засоби відлагодження програмного коду та інші сервісні утиліти.



The screenshot shows the SysAdminka interface with a table of student records. The table has columns for Department, Special, Semester, Student, Groupnum, First Name, Last Name, User Name, Status, and Actions. A sidebar on the left contains navigation options like 'View tables', 'Synchronized', 'Settings', 'Templates', and 'Stats'. A search bar and a 'Synchronized with Contingent' status indicator are at the top right.

| Department | Special | Semester | Student | Groupnum | First Name | Last Name | User Name | Status | Actions |
|---------------------|-----------------------|----------|----------------|----------|---------------------|------------|---------------------|--------|---------|
| Medical Faculty | лікувальна справа | 12 | 12010000046000 | 15 | Юлія Дікочієва | [REDACTED] | hol[REDACTED]_yulvi | Ok | edit |
| Faculty of Pharmacy | фармація (спеціаліст) | 11 | 12010000134000 | 2 | Михайло Миколайович | [REDACTED] | van[REDACTED]_myru | Ok | edit |
| Medical Faculty | лікувальна справа | 12 | 12010000046000 | 1 | Бордан Андрійович | [REDACTED] | hol[REDACTED]_boan | Ok | edit |
| Medical Faculty | лікувальна справа | 12 | 12010000046000 | 1 | Лілія Василівна | [REDACTED] | zha[REDACTED]_lva | Ok | edit |

а



в

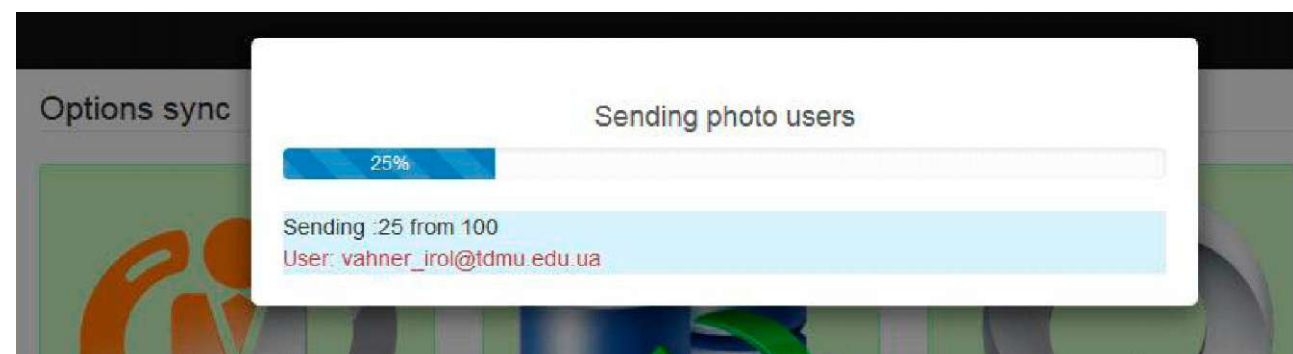


Рис. 5. Елементи інтерфейсу користувача ІС "SysAdminka":

а) перелік студентів із згенерованими логінами; б) панель керування процесом синхронізації; в) вигляд індикатора виконання процесу (прогресбар).

ІС "SysAdminka" розгорнуто на окремому віртуальному сервері в складі мережного кластера, що використовується в ТДМУ [11] з наступними характеристиками:

- кількість процесорних ядер/ОЗП/HDD- 1/1 Гб/20 Гб;
- операційна система - Ubuntu Server 14.04 + Gnome UI;
- конфігурація веб-сервера - Apache 2 (2.4.7) / PHP 5.5.9 / MySQL 5.5.41.

Наявність графічного оточення на сервері (Gnome UI) пов'язана з необхідністю початкового налаштування утиліти School Directory Sync за допомогою візуального майстра. В подальшому для синхронізації облікових засобів використовується консольна версія даної утиліти. Приклад процесу синхронізації облікових засобів з попередньою генерацією необхідних *.csv файлів показано у лістингу (лістинг 2).

Лістинг 2. Синхронізація облікових засобів користувачів з School Directory Sync

```
#students mysql to students.csv
mysql --user=sync-user -p**** GAPSinc -B
-e "SELECT \school_id\ ,
\student_id\ ~ , \first_name\ ,
\last_name\ , \grade_level\ ,
\user_name\ , \password\ FROM
\students\i WHERE status_id=1;" | sed
"s'/\t/' ;s/\t/' ;s/W7;s/$/V7;s/
\n//g" > /opt/gasync/students.csv
#staff mysql to staff.csv
mysql --user=sync-user -p**** GAPSinc -B
-e "SELECT \school_id\ , \staff_id\ ,
\first_name\i , \last_name\ ,
\user_name\i , \password\ FROM \staff\
WHERE 1;" | sed "s'/\t/' ;s/\t/' ;s/
^/\t/' ;s/$/\t/' ;s/\n//g" > /opt/gasync/
staff.csv
#get schools
mysql --user=sync-user -p**** GAPSinc -B
-e "SELECT \school_id\ ,
\name\i as school_name FROM \schools\
WHERE 1;" | sed "s'/\t/' ;s/\t/' ;s/
^/\t/' ;s/$/\t/' ;s/\n//g" > /opt/gasync/
schools.csv
```

Література

1. Ковальчук Л. Я. Впровадження в навчальний процес комп'ютерних технологій / Л. Я. Ковальчук, В. П. Марценюк // Медична інформатика та інженерія. - 2008. - № 1. - С. 14-16.

```
#run google sync
/opt/GoogleAppsSchoolDirSync/sync-cmd-sds
-a -o -c /opt/GoogleAppsSchoolDirSync/
synconf delete users.xml
```

Висновки

Широке застосування сучасних інформаційних технологій в галузі медичної освіти супроводжується впровадженням великого числа ІС різного типу. Тому великого значення набувають задачі забезпечення ефективної взаємодії (інтероперабельності) вказаних ІС з метою ефективного використання накопиченої в їх БД інформації.

В роботі представлено досвід авторів щодо планування комплексної інтеграції інформаційних систем та онлайн-сервісів, що використовуються в ТДМУ, в єдине інформаційне середовище. Основним елементом реалізації даного проекту стала розробка авторами ІС "SysAdminka" яка забезпечує:

- консолідацію даних користувачів в єдиній БД;
 - оперативне оновлення змін в даних (статусі) користувача;
 - централізоване керування правами доступу користувачів до окремих ІС та ресурсів інформаційного середовища ТДМУ;
 - авторизацію користувачів в онлайн-сервісах ТДМУ з використанням єдиного облікового запису на основі профілю Google Apps For Education.
- В процесі розробки ІС "SysAdminka" застосовано сучасні підходи до розробки ПЗ, що включають використання:
- засобів веб-програмування для розробки кросплатформових додатків;
 - можливостей сучасних веб-технологій, таких як HTML5 та CSS3;
 - парадигм програмування, таких як MVC та MVVM;
 - засобів швидкої розробки додатків, таких як програмні фреймворки;
 - засобів розробки з відкритим кодом.

Основним напрямком подальшої роботи є розширення сфери застосування Google Directory API для більш ефективного і оперативного керування профілями користувачів сервісу Google Apps for Education в ТДМУ.

2. Марценюк В. П. Розробка і впровадження системи електронного навчання в Тернопільському державному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського / В. П. Марценюк // Медична освіта. - 2008. - № 2. - С. 74-75.

3. Семенець А. В. Адаптація вільно-розповсюдженого ПЗ з відкритим кодом для підтримки навчального процесу в окремому медичному ВНЗ / А. В. Семенець // Медична інформатика та інженерія. - 2013. - № 4. - С. 57-66.
4. Семенець А. В. Модуль формування розкладу відробок практичних занять та самозапису студентів в системі електронного контролю знань на базі СДО Moodle / А. В. Семенець, В. П. Марценюк // Матеріали Всеукраїнської науково-методичної відеоконференції з міжнародною участю "Актуальні питання дистанційної освіти та телемедицини - 2013" (Запоріжжя, Київ, Лондон 10-11 жовтня 2013 р.) // Запоріжський медичний журнал. - 2013. - № 6. - С. 119-120.
5. Хмарні технології в освіті: матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг - Київ - Черкаси - Харків, 21 грудня 2012 р.). - Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. - 173 с.
6. Семенець А. В. Застосування хмарних технологій при побудові інформаційної інфраструктури медичного ВНЗ / А. В. Семенець // Медична освіта. - 2014. - №9 1. - С. 99-104.
7. Семенець А. В. Організаційно-методичні підходи впровадження БМЯ-систем в охороні здоров'я України / А. В. Семенець // Медична інформатика та інженерія. - 2013. - № 3. - С. 35-43.
8. Семенець А. В. Про досвід впровадження системи електронного документообігу у медичному ВНЗ / А. В. Семенець, В. Ю. Ковалок // Медична інформатика та інженерія. - 2014. - № 3. - С. 73-79.
9. Семенець А. В. Про досвід упровадження інформаційної системи колективної роботи та керування проектами PoSho у медичному ВНЗ / А. В. Семенець, В. Ю. Ковалок // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2014. - №2 6. - С. 205-219.
10. Семенець А. В. Про підходи до розробки сучасних програмних додатків в медичній освіті / А. В. Семенець, В. П. Марценюк // Медична інформатика та інженерія. - 2014. - № 4. - С. 39-52.
11. Семенець А. В. Концепція побудови інформаційної інфраструктури медичного ВНЗ з використанням вільно-розповсюдженого програмного забезпечення з відкритим кодом / А. В. Семенець, В. Ю. Ковалок // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2014. - № 3. - С. 277-288.
12. James Cross How Authentication and Single Sign-On is Driving Learning Innovation / [Електронний ресурс] - Режим доступу до документу : <http://www.mediacore.com/blog/how-authentication-is-driving-learning-innovation#sthash.G4qW2ojW.dpuf>
13. Marise-Marie D'Costa-Alphonso The Adoption of Single Sign-On and Multifactor Authentication in Organisations: A Critical Evaluation Using TOE Framework / Marise-Marie D'Costa-Alphonso, Michael Lane // Issues in Informing Science and Information Technology. - 2010. - № 7 (39). - С. 161-189.
14. Revar A. G. Securing user authentication using single sign-on in Cloud Computing / A. G. Revar, M. D. Bhavsar // Engineering (NUI CONE), 2011 Nirma University International Conference (Ahmedabad, Gujarat 8-10 Dec. 2011). - 2011. - P. 1-4.
15. Google Apps Integration / [Електронний ресурс] - Режим доступу до документу : https://docs.moodle.org/28/en/Google_Apps_Integration .
16. Oauth 2 authentication for Moodle / [Електронний ресурс] - Режим доступу до документу : http://mouneyrac.github.io/moodle-auth_googleoauth2 .
17. Syncing user data with Google Apps for Education / [Електронний ресурс] - Режим доступу до документу : https://support.google.com/atopic/6039552?hl=en&ref_topic=4511280 .