

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики та прикладної математики

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

_____ Соловйов В. М.

Реєстраційний № _____

«__» _____ 2017 р.

«__» _____ 2017 р.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ ВЕРСІЇ SCILAB

Кваліфікаційна робота

студента групи І-13

ступінь вищої освіти «бакалавр»

напряму підготовки 6.040302 Інформатика

Сироватського Олександра Володимировича

Керівник доктор педагогічних наук, професор

Семеріков Сергій Олексійович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS _____ Кількість балів _____

Голова ЕК _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 49 с., 48 рис., 23 використаних джерела.

Мета роботи: розробка та налаштування серверу мобільного доступу до системи комп'ютерної математики Scilab із графічним інтерфейсом. Визначені вимоги до програмного забезпечення мобільного доступу до Scilab, дібрані відповідні засоби віртуалізації, спроектовано та налаштовано сервер мобільного доступу до Scilab із графічним інтерфейсом, виконано тестування мобільного доступу до Scilab.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: SCILAB, МОБІЛЬНИЙ ДОСТУП, ВІРТУАЛЬНИЙ СЕРВЕР, ВІРТУАЛЬНА МАШИНА, ULTEO OVD, EMSCRIPTEN.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МОБІЛЬНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ДО SCILAB	8
1.1 Відомості про систему комп'ютерної математики Scilab	8
1.2 Реалізації Scilab для ОС Android	13
1.3 Web-інтерфейси до Scilab	18
Висновки до розділу 1	21
РОЗДІЛ 2 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОЇ ВЕРСІЇ SCILAB	23
2.1 Використання Emscripten для кроскомпіляції у JavaScript	23
2.2 Використання Ulteo OVD для віртуалізації графічного інтерфейсу до Scilab	26
Висновки до розділу 2	43
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

OVD	Open Virtual Desktop
VM	Virtual Machine
ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології
СКМ	система комп'ютерної математики

ВСТУП

Актуальність теми. Поширення мобільних пристроїв створює умови для їх повсюдного використання у всіх сферах людської діяльності, зокрема – інженерної. Сьогодні провідним обчислювальним засобом сучасного інженера є комп'ютерні математичні системи, що надають доступ як до обчислювального ядра, так й до засобів візуалізації результатів обчислень.

Як зазначає К. І. Словак [21], застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), зокрема системи комп'ютерної математики (СКМ), спрямованих на реалізацію відкритої освіти, створює умови для організації дистанційного та мобільного доступів не лише до навчальних матеріалів, а й до засобів навчання, розміщених у мережі. Так, практично всі провідні СКМ мають мережні надбудови (спеціалізовані Web-сервери, Web-інтерфейси до ядра СКМ тощо). С. В. Шокалюк [23] вказує, що з'явився новий клас СКМ, орієнтованих на роботу у мережі – Web-СКМ, використання яких надає можливість забезпечити мобільний доступ до навчальних та обчислювальних ресурсів, програмну мобільність складових систем, організацію спільної роботи тощо.

Яскравим прикладом таких систем є CoCalc [2] (колишня назва – SageMathCloud) – хмарний сервіс математичного призначення, до переваг використання якого М. В. Попель [21] відносить економію ресурсів (зниження навантаження на навколишнє середовище, витрат на придбання та модернізацію комп'ютерної техніки, програмне забезпечення, оплату роботи персоналу); мобільність доступу (в зручний час і в зручному місці), еластичність (надання додаткових обчислювальних ресурсів на вимогу користувача).

Однак використання тільки Web-СКМ (навіть таких потужних, як CoCalc) для моделювання технічних об'єктів в інженерній практиці є недостатнім, оскільки при синтезі та обчисленні моделей систем різної природи використовуються насамперед засоби візуального моделювання, що надають

можливість будувати динамічні моделі (дискретні, неперервні та моделі систем із розривами). Це визначає необхідність та доцільність об'єднання традиційних систем комп'ютерної математики зі спеціалізованими бібліотеками для моделювання технічних об'єктів у оболонки для візуального конструювання моделей. На думку Є. О. Модло [20], опанування моделювання технічних об'єктів забезпечує теоретичне та практичне наповнення фундаментальної, загально та спеціалізовано-професійної підготовки бакалавра електромеханіки. У зв'язку з цим бажано, щоб середовище для їх моделювання надавало користувачеві доступ не лише до традиційних бібліотек моделювання неперервних та дискретних динамічних систем, а й до бібліотек для електричних машин та силових перетворювачів. Крім того, для досягнення цілі мобільності навчання середовище моделювання повинно мати високий рівень мобільності (зокрема, доступ через Web-інтерфейс) та бути вільно поширюваним.

На поточний момент таким вимогам задовольняють середовища MATLAB та Scilab [6] – переваги використання останнього у 2011 році визнало Міністерство національної освіти, вищої освіти і науки Франції, надавши Scilab знак визнання його педагогічної значущості для навчання математики «Reconnu d'Intérêt Pédagogique» [11].

Так само як і Simulink до MATLAB, Xcos є доповненням до Scilab, що надає можливості синтезу математичних моделей в галузі механіки, гідравліки, електроніки та електромеханіки. Дане середовище візуального моделювання призначене для розв'язання задач динамічного моделювання систем, процесів, пристроїв, а також тестування та аналізу цих систем. При цьому об'єкт, що моделюється (система, пристрій, процес), подається графічно блок-схемою, що включає блоки елементів системи і зв'язки між ними – саме цього й не вистачає у сучасних Web-СКМ. Зокрема, існуючі системи мобільного доступу до Scilab надають доступ лише до обчислювального ядра СКМ у текстовому режимі з можливістю побудови елементарних графіків.

Проблема дослідження породжена відсутністю мобільної версії Scilab, що

надає користувачу графічний інтерфейс до системи імітаційного моделювання Xcos.

Мета дослідження – розробка та налаштування серверу мобільного доступу до системи комп'ютерної математики Scilab із графічним інтерфейсом.

Для досягнення мети дослідження були поставлені такі **завдання**:

1. На основі порівняльного аналізу існуючих мобільних версій системи Scilab визначити вимоги до програмного забезпечення мобільного доступу до Scilab.

2. Дібрати засоби віртуалізації, що відповідають визначеним вимогам до програмного забезпечення мобільного доступу до Scilab.

3. Спроекувати та налаштувати сервер мобільного доступу до Scilab із повнофункціональним графічним інтерфейсом.

4. Виконати тестування мобільного доступу до Scilab із використанням Web-клієнту.

Об'єкт дослідження – мобільний доступ до систем комп'ютерної математики.

Предмет дослідження – мобільна версія системи комп'ютерної математики Scilab.

Методи дослідження: *аналіз* джерел та програмного забезпечення з метою визначення стану розв'язання проблеми дослідження та добору засобів розробки програмного забезпечення та адміністрування комп'ютерних мереж, *синтез* вимог до програмного забезпечення, *методи програмної інженерії* (проекування, розробка, тестування) для досягнення мети дослідження.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження можуть бути використані на практичних та лабораторних заняттях із фундаментальних та фахових дисциплін, що передбачають виконання обчислень та візуалізацію їх результатів.

Структура роботи. Робота складається із переліку умовних скорочень, вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (23 найменування, із них – 18 іноземними мовами).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МОБІЛЬНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ДО SCILAB

1.1 Відомості про систему комп'ютерної математики Scilab

Згідно [10], Scilab – пакет наукових програм для чисельних обчислень, що надає потужне відкрите середовище для інженерних і наукових розрахунків. Середовище комп'ютерної математики Scilab надає схожу на Matlab мову і набір функцій для математичних, інженерних і наукових розрахунків. Пакет підходить для професійного застосування і використання у вишах, надаючи інструменти для різноманітних обчислень: від візуалізації, моделювання та інтерполяції до диференціальних рівнянь та математичної статистики. Підтримується виконання сценаріїв, написаних для Matlab.

Scilab був створений у 1990 році вченими INRIA (Institut national de recherche en informatique et en automatique – Державний інститут досліджень з інформатики та автоматики) [8] та ENPC (École nationale des ponts et chaussées – Національна школа мостів та доріг). Спочатку він називався Psilab (Psilab). Консорціум Scilab був створений у травні 2003 р. для сприяння використанню Scilab як відкритого програмному забезпеченню в академічній та промисловій сферах. У липні 2008 року, щоб поліпшити передачу технологій, консорціум Scilab приєднався до Digiteo Foundation [13].

Із самого початку було випущено версії для Linux та Windows (рис. 1.1). Scilab 5.1, перший випуск для Mac, став доступний на початку 2009 року та підтримував Mac OS X 10.5 Leopard.

У червні 2010 року Консорціум Scilab оголосив про створення Scilab Enterprises [14]. Scilab Enterprises розвиває і продає, безпосередньо або через міжнародну мережу постачальників афілійованих послуг, комплексний набір послуг для користувачів Scilab. Scilab Enterprises також розробляє та підтримує програмне забезпечення Scilab. Кінцева мета компанії Scilab Enterprises - допомогти зробити використання Scilab більш ефективним та легким.

З липня 2012 року Scilab розробляється та публікується компанією Scilab

Enterprises [6].

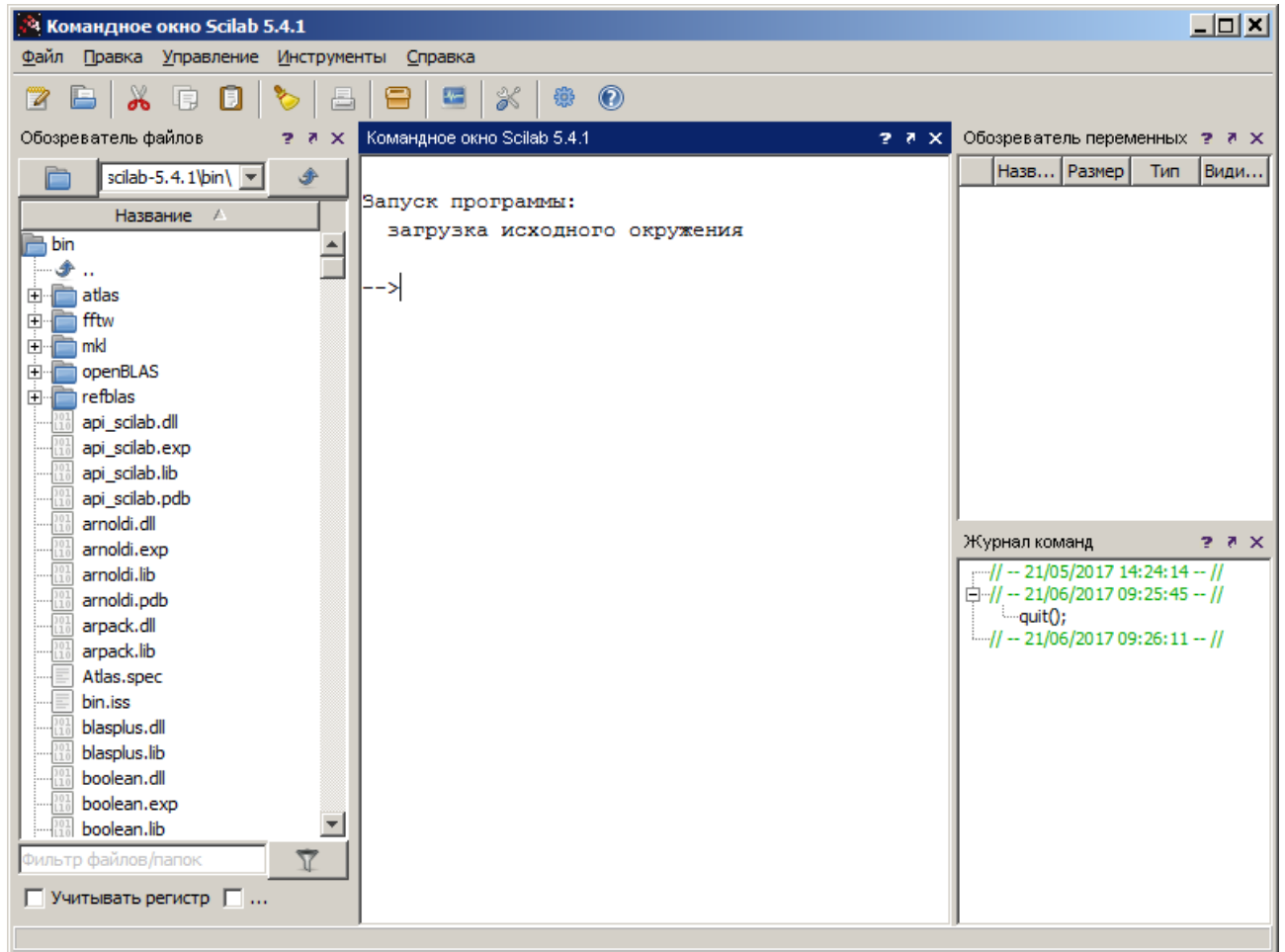


Рис. 1.1. Командне вікно Scilab для Windows

Scilab містить сотні математичних функцій з можливістю додавання нових, написаних на різних мовах (C, C++, Fortran та ін.). Підтримуються різноманітні структури даних (списки, поліноми, раціональні функції, лінійні системи), інтерпретатор і мова високого рівня.

Scilab був спроектований так, щоб бути відкритою системою, до якої користувачі можуть додавати свої типи даних і операції над цими даними шляхом перевантаження.

У системі доступно багато інструментів:

- 2D і 3D графіка, анімація;
- лінійна алгебра, у т. ч. робота із розрідженими матрицями;
- поліноміальні та раціональні функції;
- інтерполяція, апроксимація;

- диференціальні рівняння;
- Scicos: гібридний засіб для моделювання динамічних систем;
- оптимізація;
- обробка сигналів;
- паралельні обчислення;
- статистика;
- робота з комп'ютерною алгеброю;
- інтерфейс до Fortran, Tcl/Tk, C, C++, Java, LabVIEW;

Scilab має схожу з MATLAB мову програмування, в складі системи є утиліта, що дозволяє конвертувати документи Matlab у Scilab.

Scilab дозволяє працювати з елементарними і великим числом спеціальних функцій (Бесселя, Неймана, інтегральні функції), має потужні засоби роботи з матрицями, поліномами (у тому числі і символічний), проведення чисельних обчислень (наприклад, чисельного інтегрування) і розв'язання задач лінійної алгебри, оптимізації і симуляції, потужні статистичні функції, а також засіб для побудови і роботи з графіками. Для чисельних розрахунків використовуються бібліотеки Lapack, LINPACK, ODEPACK, Atlas та інші.

До складу пакету також входить Scicos – інструмент для редагування блокових діаграм і симуляції (надбудова над ним Xcos (рис. 1.2) є аналогом пакету Simulink у MATLAB). Є можливість спільної роботи Scilab з програмою LabVIEW.

Відмінні особливості Scilab:

- безкоштовність;
- малий розмір (дистрибутив займає менше 150 Мб);
- можливість запуску в консолі без використання графічного інтерфейсу (рис. 1.3). Це дозволяє проводити автоматизовані обчислення у пакетному режимі.

Починаючи з версії 6, програма розповсюджується під сумісною з GPL ліцензією CeCILL license [1].

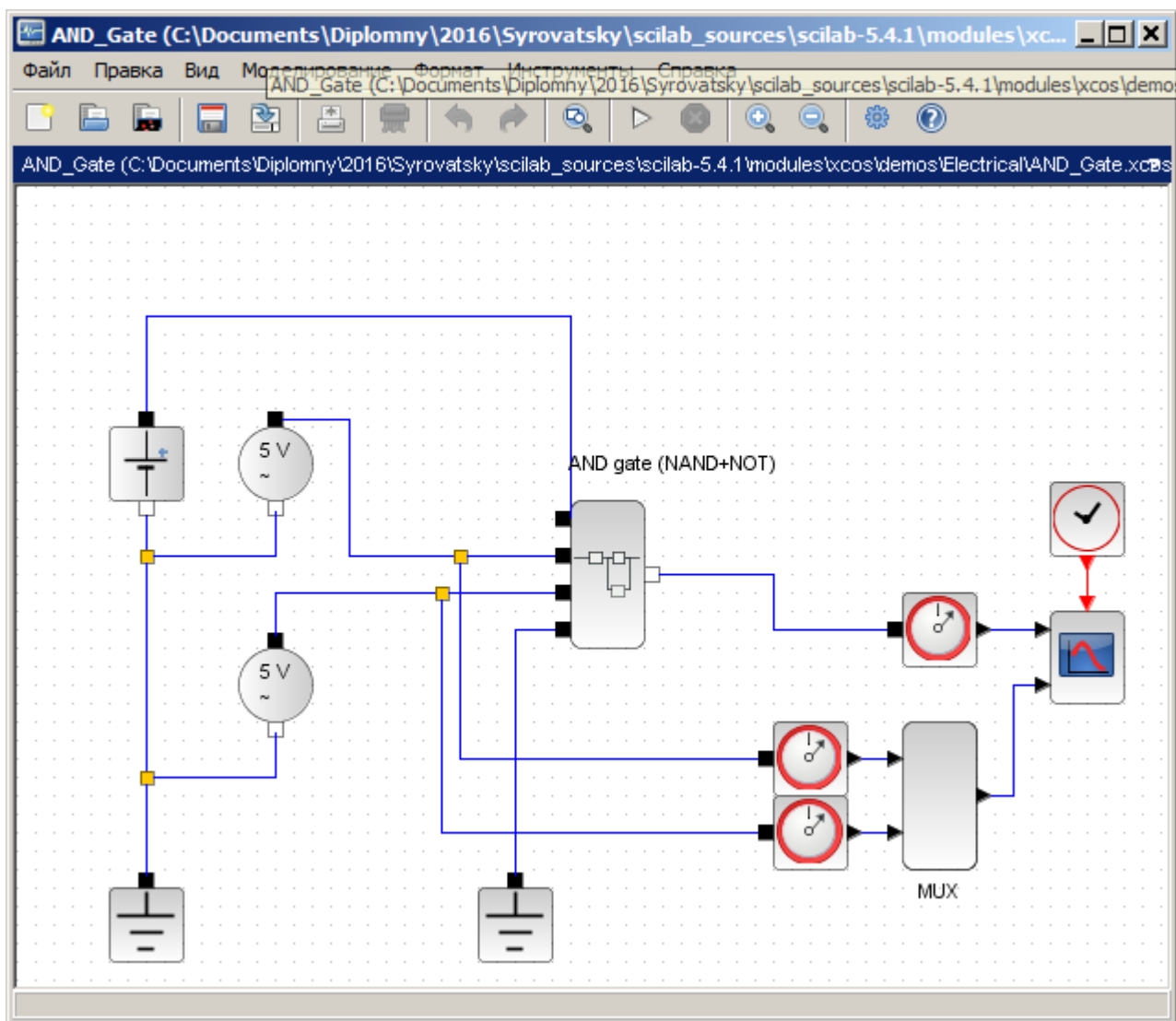


Рис. 1.2. Модель логічного елементу «AND» у Xcos

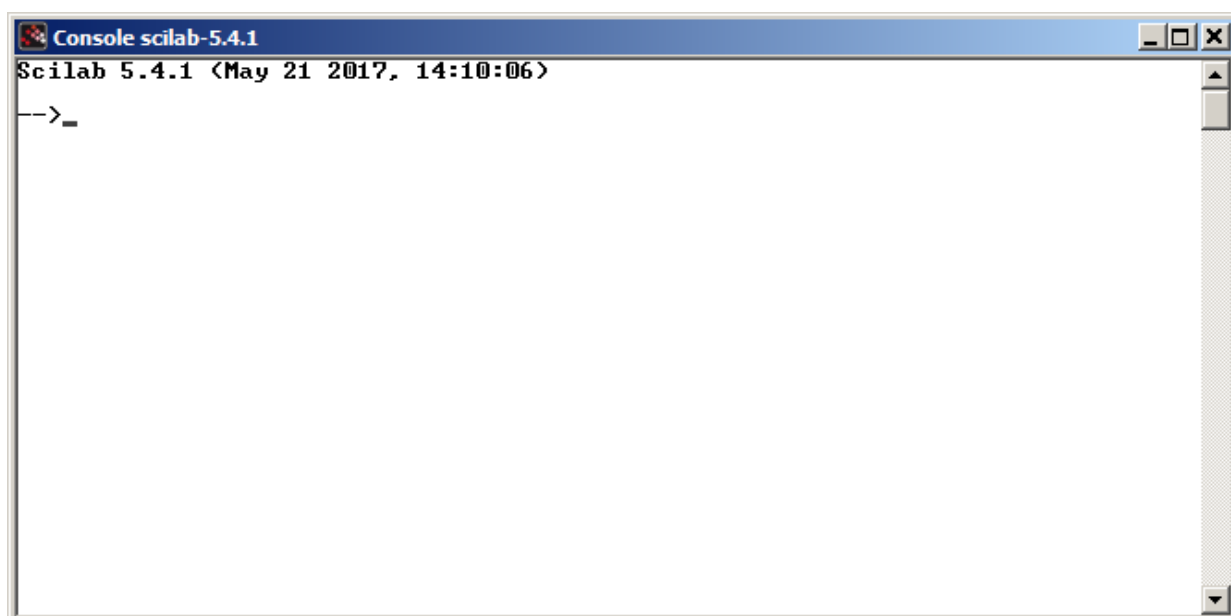


Рис. 1.3. Консольний режим Scilab

Компіляція Scilab для Windows з вихідних кодів нами була виконана у середовищі Microsoft Visual C++ 2010 Express. Для коректної компіляції необхідні не лише вихідні коди (архів scilab-5.4.1-src.zip), а й набір супровідних файлів (prerequisites-scilab-5.4.1-src.zip), який містить наступні основні складові:

bin – містить транслятор f2c, xml2modelica та бібліотеки atlas, fftw, mkl, openBLAS, reblas;

java – містить пакети ant, jdk, jre;

libs – містить файли заголовків для бібліотек Eigen, f2c, hdf5, intl, libxml2, matio, pcre, umfpack, zlib;

modules – містить пакет telsci для підтримки Tcl/Tk;

thirdparty – містить набір сторонніх засобів, що поширюються за ліцензією, відмінної від ліцензії GPL: пакети checkstyle, docbook, шрифт scilabsymbols.ttf, бібліотеки Java – Apache Avalon, Batik (для роботи із векторною графікою), bsh, Apache Jakarta Commons IO та Commons Logging, docbook-xsl-saxon, flexdock, Apache FOP та xmlgraphics-commons (складові Apache XML Graphics), gluegen2, JEuclid (для підтримки MathML), jgraphx, jhall, jing, jlatexmath, jogl2, jrosetta, junit, looks, qdox, saxon (для опрацювання XML документів), scirenderer, skinlf, testng, xalan, xml-apis;

tools – утиліти astyle, curl, diff, gettext, giws, gzip, innosetup, swig, xmlindent, zip та пакет Python;

Visual-Studio-settings – набір командних файлів для налаштування Visual Studio.

Транслятор f2c використовується для компіляції файлів мовою Fortran у файли мовою C – його виклик здійснюється автоматично за умови вибору проекту Scilab_f2c.sln (рис. 1.4).

Побудований у такий спосіб Scilab надає 2 інтерфейси – текстовий (Scilex) та графічний (WScilex), жоден із яких не є мобільним.

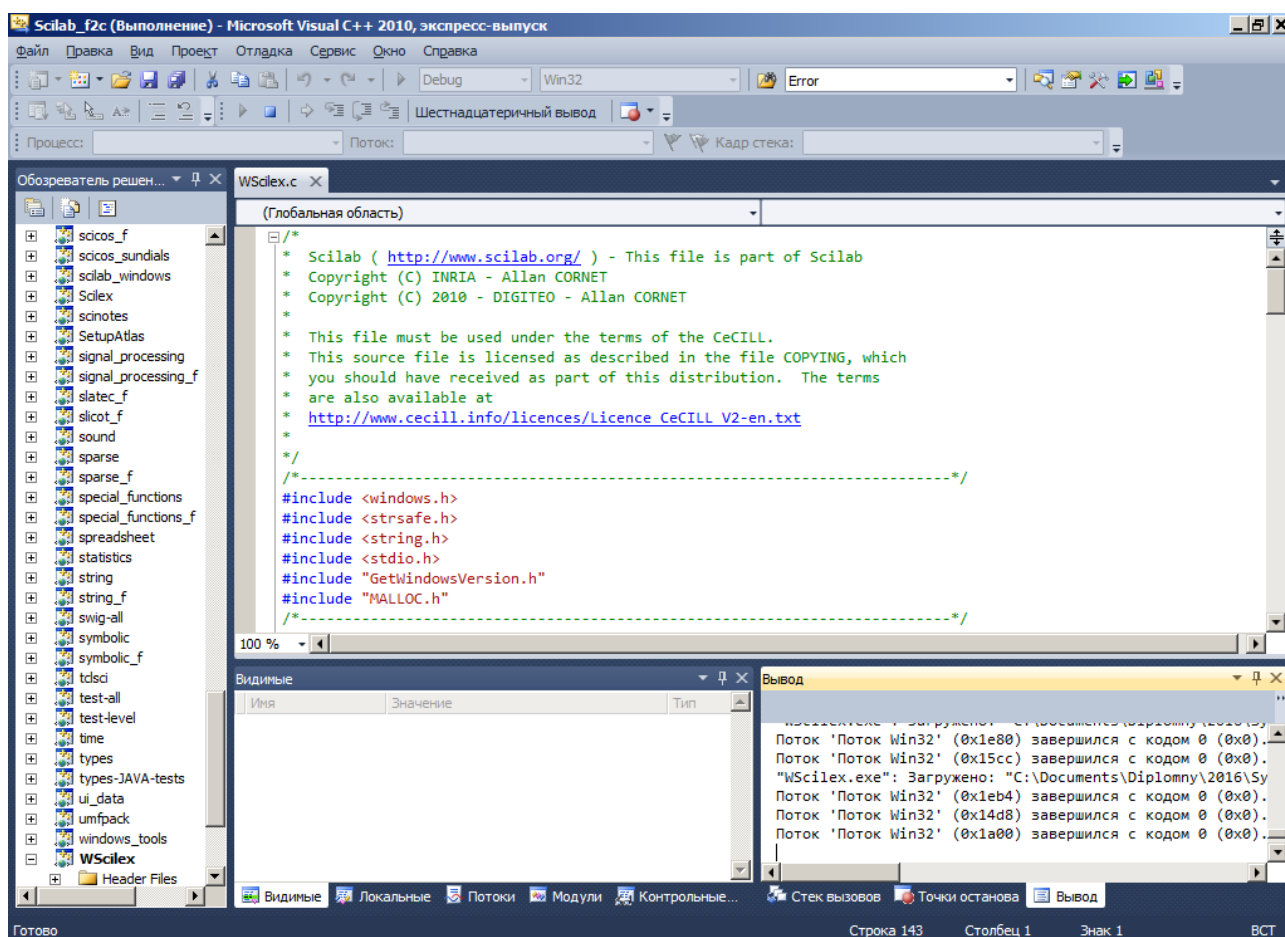


Рис. 1.4. Компіляція Scilab для Windows

1.2 Реалізації Scilab для ОС Android

Незважаючи на недостатню зручність текстового інтерфейсу, його найлегше адаптувати до мобільних пристроїв. Серед відомих реалізацій Scilab для ОС Android виділимо дві – Scilab on Aakash та Scilab Console Free.

Scilab on Aakash [12] є індійською розробкою, що підтримується як у версіях для Android, так й у GNU/Linux Aakash. У Android Scilab є частиною бібліотеки APL (Aakash Programming Lab [4], розробник – Indian Institute of Technology Bombay), яка надає Scilab 5.4 (рис. 1.5). Всі функції Scilab не можуть бути відтворені на Android, тому розробники надають користувачеві усього 2 вікна (рис. 1.6): введення команд та перегляду результатів їх виконання.



Рис. 1.5. Головне вікно APL

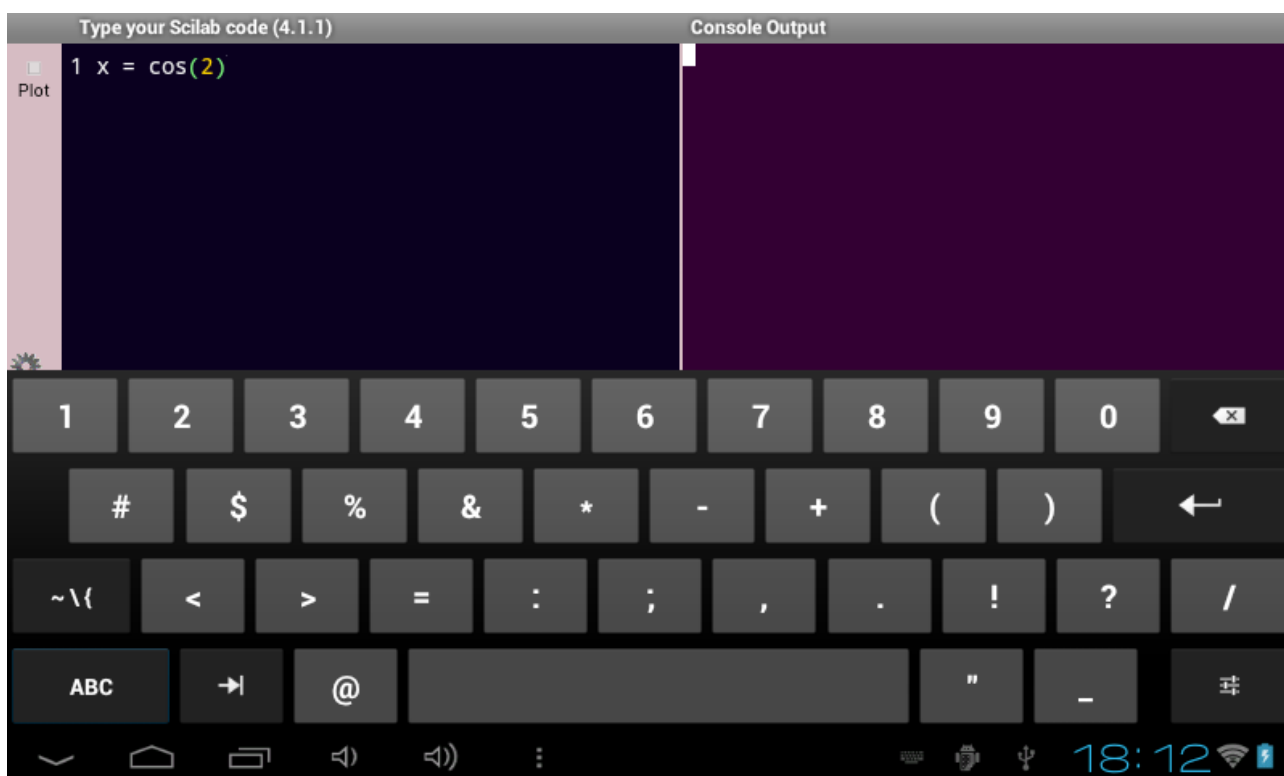


Рис. 1.6. Віконний інтерфейс Scilab on Aakash

При виконанні графічних команд за умови обраної опції Plot (рис. 1.7)

результати їх виконання відобразатимуться в окремому вікні (рис. 1.8).



Рис. 1.7. Програма у Scilab on Aakash

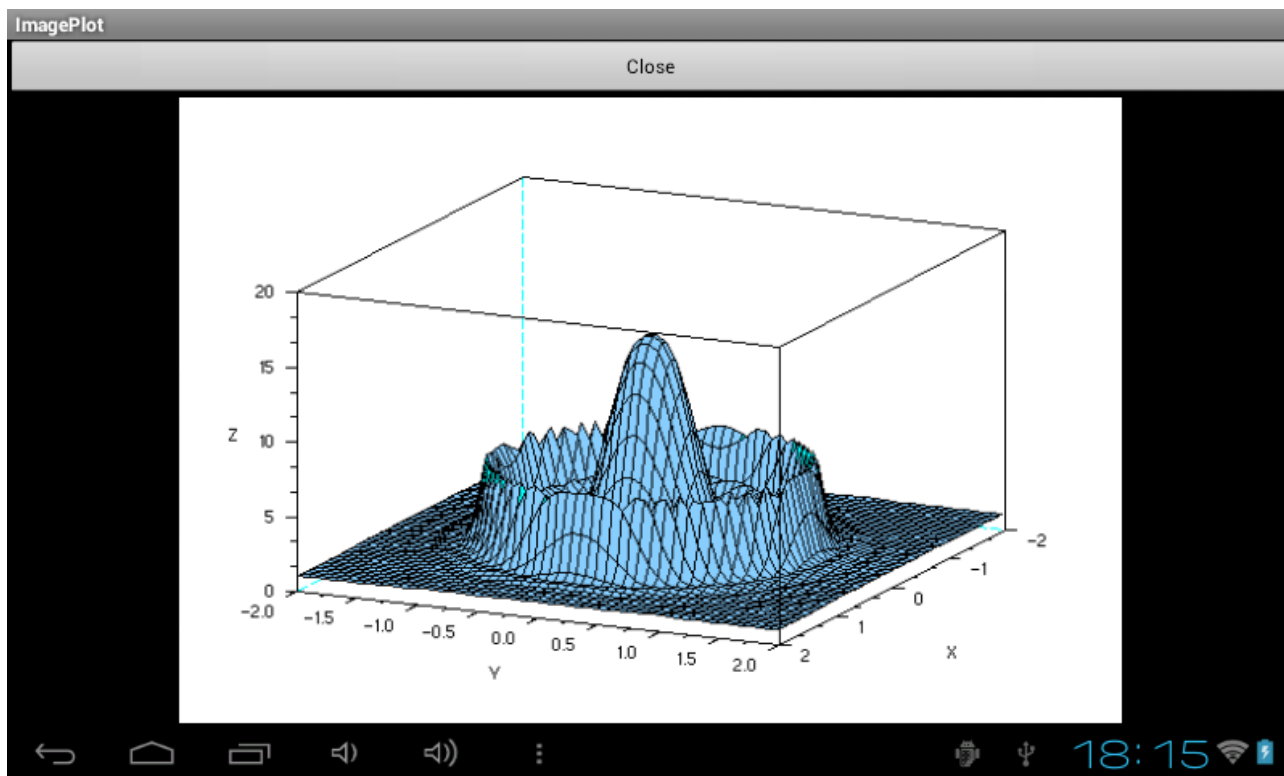


Рис. 1.8. Графічні побудови у Scilab on Aakash

Дана версія Scilab може бути визнана мобільною, але не повнофункціональною.

Scilab Console Free – це мобільна версія Scilab для ОС Android та iOS. Так само, як й Scilab on Aakash, це не повнофункціональна версія Scilab 5.4.1: графічні функції Scilab та Xcos не активовані. Розробники даного продукту пішли легким шляхом – для досягнення мобільності на пристрій спочатку доводиться встановлювати один із варіантів Linux (наприклад, за допомогою GNUroot Debian [5]). Основні кроки із встановлення Scilab Console Free подані на рис. 1.9-1.11.

```

KYIVSTAR 99% 12:41
Окно 1 X TERM
./var/lib/dpkg/triggers/
./var/lib/dpkg/triggers/File
./var/lib/dpkg/triggers/Unincorp
./var/lib/dpkg/triggers/Lock
./var/lib/dpkg/triggers/ldconfig
./var/lib/misc/
./var/lib/systemd/
./var/lib/systemd/catalog/
./var/lib/systemd/catalog/database
./var/lib/initscripts/
./var/lib/apt/
./var/lib/apt/periodic/
./var/lib/apt/mirrors/
./var/lib/apt/mirrors/partial/
./var/lib/apt/lists/
./var/lib/apt/lists/partial/
./var/lib/apt/lists/ftp.us.debian.org_debian_dists_jessie_Reion-en
lease.gpg
./var/lib/apt/lists/ftp.us.debian.org_debian_dists_jessie_Reslation-en
lease
./var/lib/apt/lists/ftp.us.debian.org_debian_dists_jessie_maages
in_binary-armhf_Packages
./var/lib/update-rc.d/
./var/local/
./var/spool/
./var/spool/mail
./var/backups/
./var/cache/
./var/cache/debconf/
./var/cache/debconf/templates.dat-old
./var/cache/debconf/config.dat-old
./var/cache/debconf/config.dat
./var/cache/debconf/passwords.dat
./var/cache/debconf/templates.dat
Sponsored by:
Теродуна
root@localhost:/# apt-get update
Get:9 http://security.debian.org jessie/updates/main Translation-en [216 kB]
Get:10 http://http.debian.net jessie-updates/contrib armhf Packages [32 B]
Get:11 http://security.debian.org jessie/updates/non-free Translation-en [14 B]
Get:12 http://http.debian.net jessie-updates/contrib Translation-en [14 B]
Get:13 http://http.debian.net jessie-updates/main Translation-en [12.6 kB]
Get:14 http://http.debian.net jessie-updates/non-free Translation-en [496 B]
Get:15 http://http.debian.net jessie Release [148 kB]
Get:16 http://http.debian.net jessie-backports/contrib Translation-en [7339 B]
Get:17 http://http.debian.net jessie-backports/main Translation-en [626 kB]
Get:18 http://http.debian.net jessie-backports/non-free Translation-en [29.0 kB]
Get:19 http://http.debian.net jessie-updates/main armhf Packages [15.5 kB]
Get:20 http://http.debian.net jessie-updates/non-free armhf Packages [516 B]
Get:21 http://http.debian.net jessie/contrib armhf Packages [38.1 kB]
Get:22 http://http.debian.net jessie/main armhf Packages [6645 kB]
Get:23 http://http.debian.net jessie/non-free armhf Packages [62.5 kB]
Get:24 http://http.debian.net jessie/contrib Translation-en [38.5 kB]
Get:25 http://http.debian.net jessie/main Translation-en [4583 kB]
Get:26 http://http.debian.net jessie/non-free Translation-en [72.1 kB]
Get:27 http://http.debian.net jessie-backports/contrib armhf Packages [7948 B]
Get:28 http://http.debian.net jessie-backports/main armhf Packages [870 kB]
Get:29 http://http.debian.net jessie-backports/non-free armhf Packages [6708 B]
Fetched 14.2 MB in 13s (1059 kB/s)
Reading package lists... Done
root@localhost:/#

```

Рис. 1.9. Початкове завантаження GNUroot Debian

Мобільність даної версії Scilab досягається шляхом перенесення

мобільної операційної системи Linux та її програмного оточення у ОС Android та iOS.

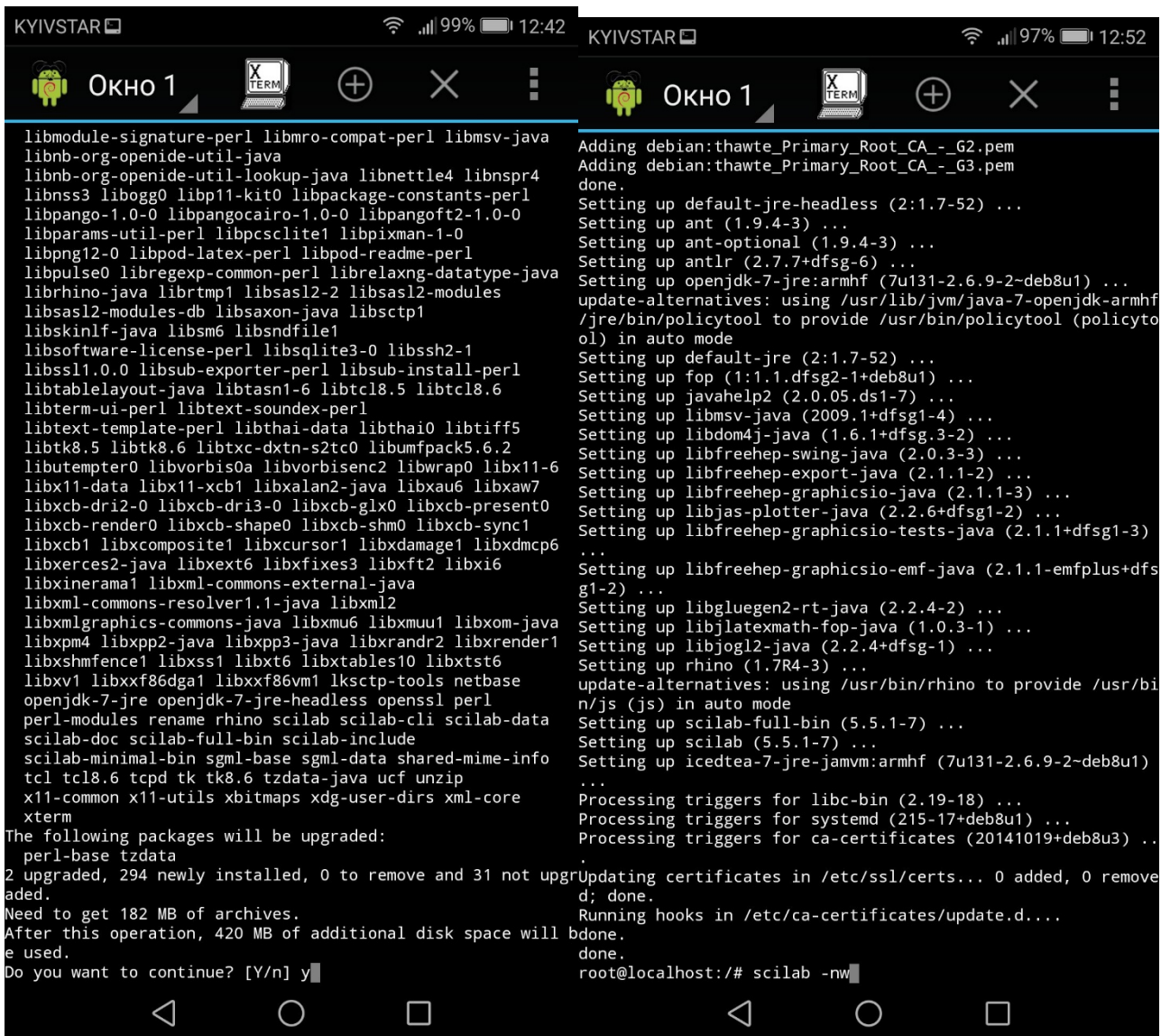


Рис. 1.10. Встановлення Scilab у GNU/Debian

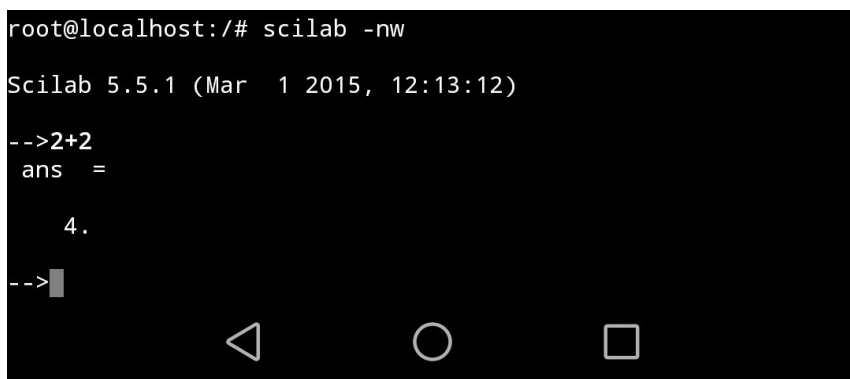


Рис. 1.11. Запуск Scilab Console Free

Через це Scilab Console Free є достатньо вимогливим до внутрішньої пам'яті мобільного пристрою та версії операційної системи.

Проведений огляд показує, що існуючі мобільні версії не є повнофункціональними та є вибагливими до апаратних ресурсів мобільних пристроїв.

1.3 Web-інтерфейси до Scilab

Стандартний Web-інтерфейс до Scilab, що пропонується *Cloud Scilab* [17], не передбачає інтерфейсу користувача, подібного до описаної у п. 1.1 повнофункціональної версії – надається лише можливість розміщення створених користувачем моделей із Web-інтерфейсом (application deployment – «розгортання» програм на хмарному сервері).

У Scilab Cloud користувацька програма виконується на боці сервера та надає користувальницький інтерфейс у будь-якому веб-браузері (рис. 1.12). Це надає ряд переваг:

- централізація даних, що використовуються та створюються користувацькою програмою;
- відсутність необхідності встановлення програмного забезпечення на боці клієнта;
- приховування коду від кінцевих користувачів (як складова захисту інтелектуальної власності);
- централізація коду Scilab для забезпечення ефективної роботи програм .

Програми, розгорнуті в Scilab Cloud, описуються мовою Scilab (як алгоритми, так й інтерфейс користувача). Це дозволяє створювати програми з візуальним інтерфейсом як для розгортання у хмарі (працюють у Scilab Cloud з відображенням через веб-браузер), так й традиційного виконання (запуск із Scilab на комп'ютері користувача).

Незважаючи на високий рівень мобільності, використання Cloud Scilab супроводжується рядом проблем:

- розгортання програм доступно лише за наявності адміністративних

привілеїв (потребує додаткової платні постачальнику хмарних послуг);

– інтерфейс надається лише для користувацьких моделей, а не до всього інтерфейсу Scilab.

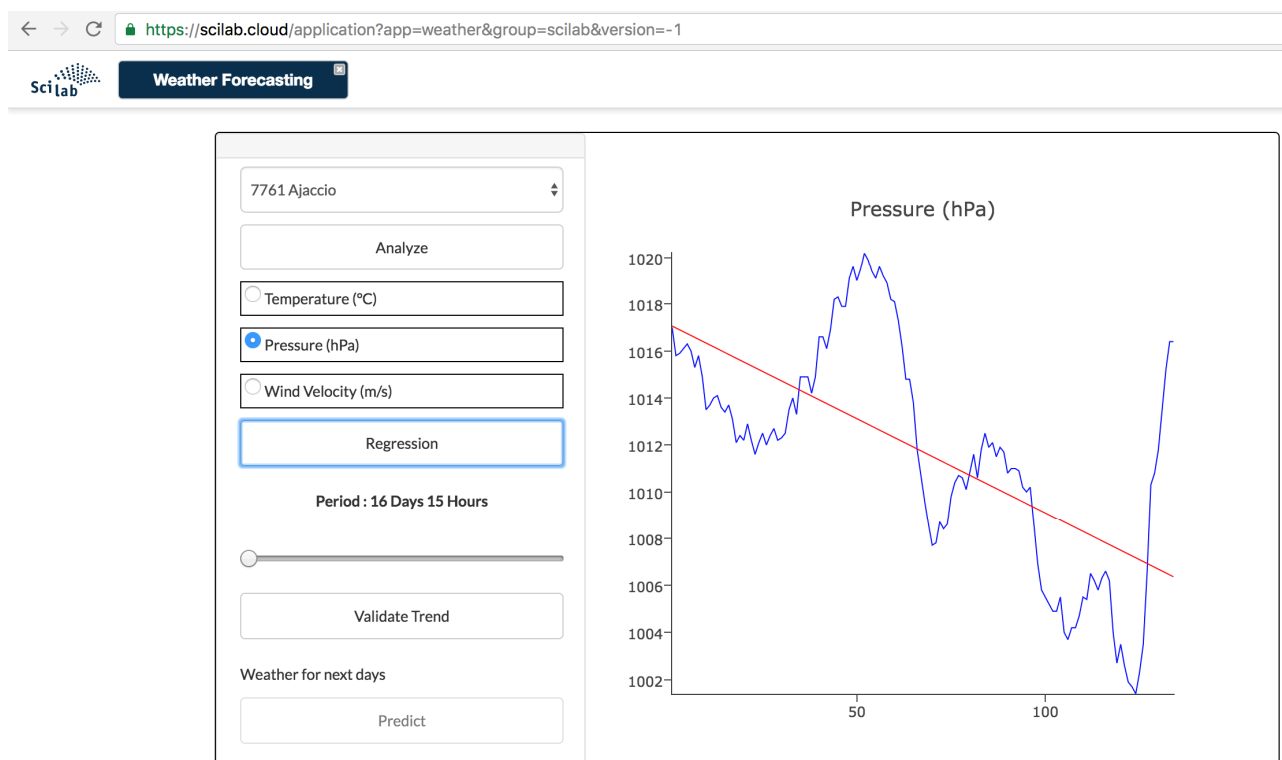


Рис. 1.12. Програма у Scilab Cloud

Фактично єдиним джерелом про Scilab Cloud є матеріали вебінарів, що проводяться співробітниками Scilab Enterprises [18], що не сприяє широкому використанню даного Web-інтерфейсу.

Суттєво більш відкритим є W3 Scilab [16] – індійський Web-інтерфейс до Scilab, покладений у основу Scilab on Aakash. Інтерфейс дозволяє користувачам надсилати короткі фрагменти коду Scilab на віддалений сервер, отримувати код Scilab на цьому сервері, повертати назад і відображати результати виконання у веб-браузері (рис. 1.13).

Для роботи W3 Scilab на сервері повинні бути встановлені ОС Linux, Web-сервер Apache (із активованим розширенням для підтримки CGI), сам Scilab, Perl (з модулями Data::UUID та JSON) та віртуальний фреймбуфер Xvfb (для перехоплення графічних зображень, що їх генеруватиме Scilab).

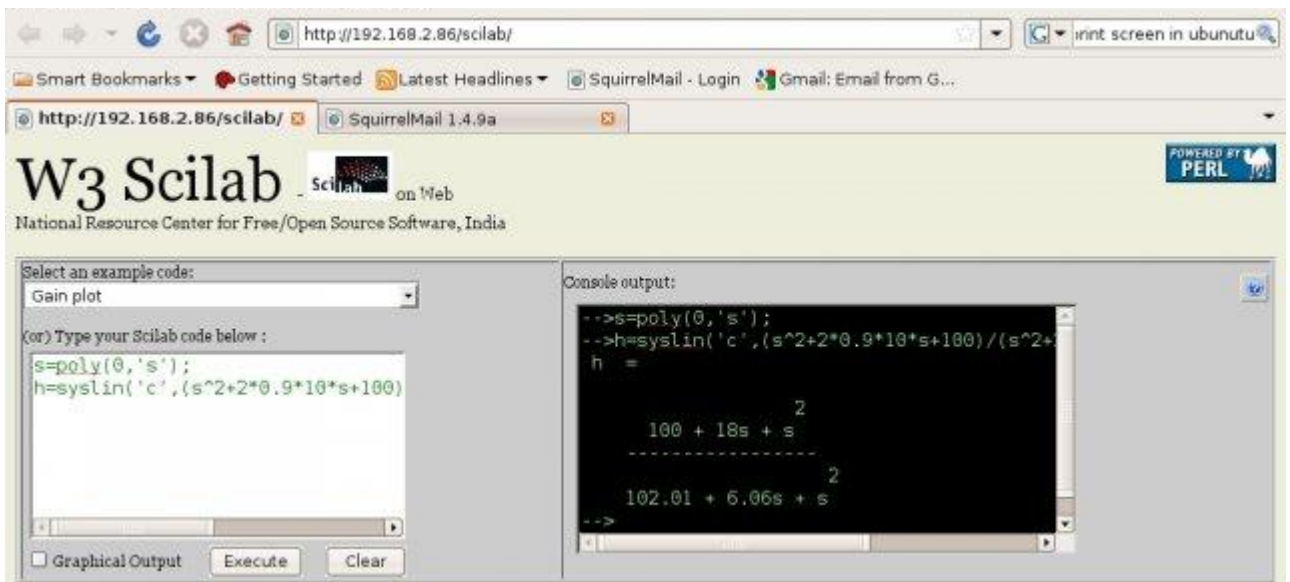


Рис. 1.13. W3 Scilab, встановлений на локальному комп'ютері під управлінням Ubuntu Linux

Для запуску W3 Scilab на Web-сервері необхідно обов'язково запустити віртуальний фреймбуфер:

```
nohup Xvfb :1 -screen 0 640x480x24 -ac < /dev/null > Xvfb.out 2> Xvfb.err &
```

На рис. 1.14 показано приклад розгортання W3 Scilab на хмарному сервері Garuda cloud.

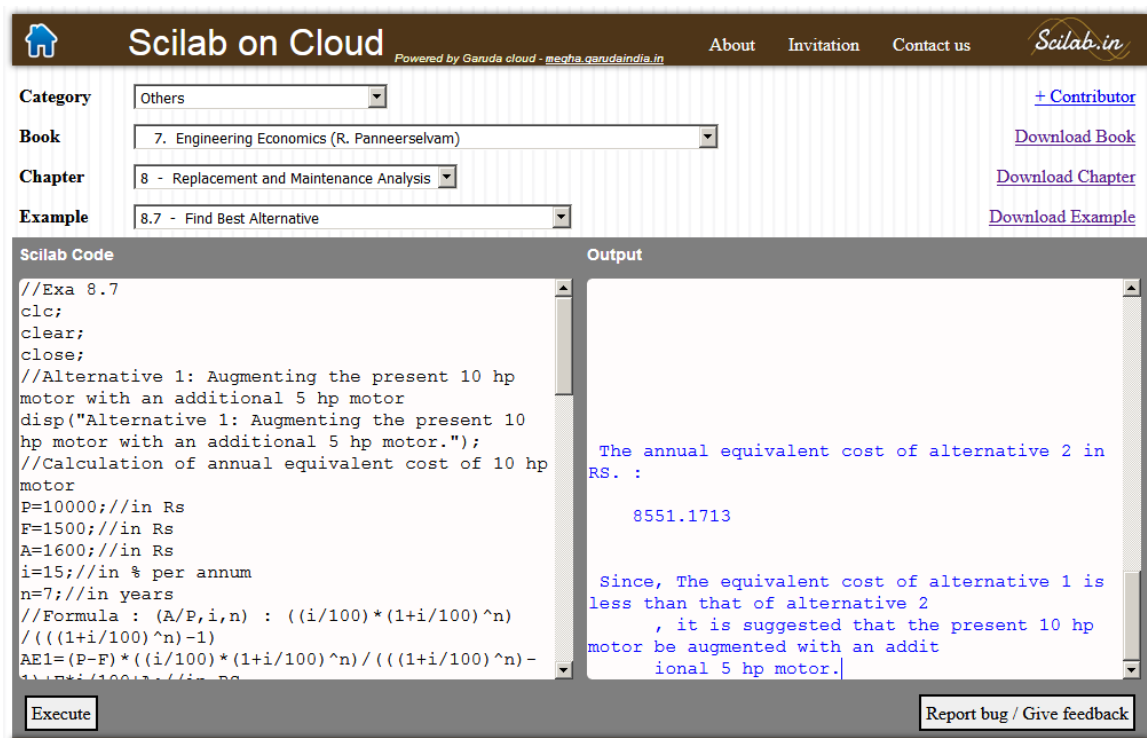


Рис. 1.14. Scilab on Cloud

Привабливим у Scilab on Cloud є можливість використання великої кількості прикладів із вільно поширюваних підручників з різних галузей знання.

На відміну від консольної версії Scilab для Android, описаної у п. 1.2, W3 Scilab надає можливість візуалізації статичних графічних побудов (рис. 1.15).

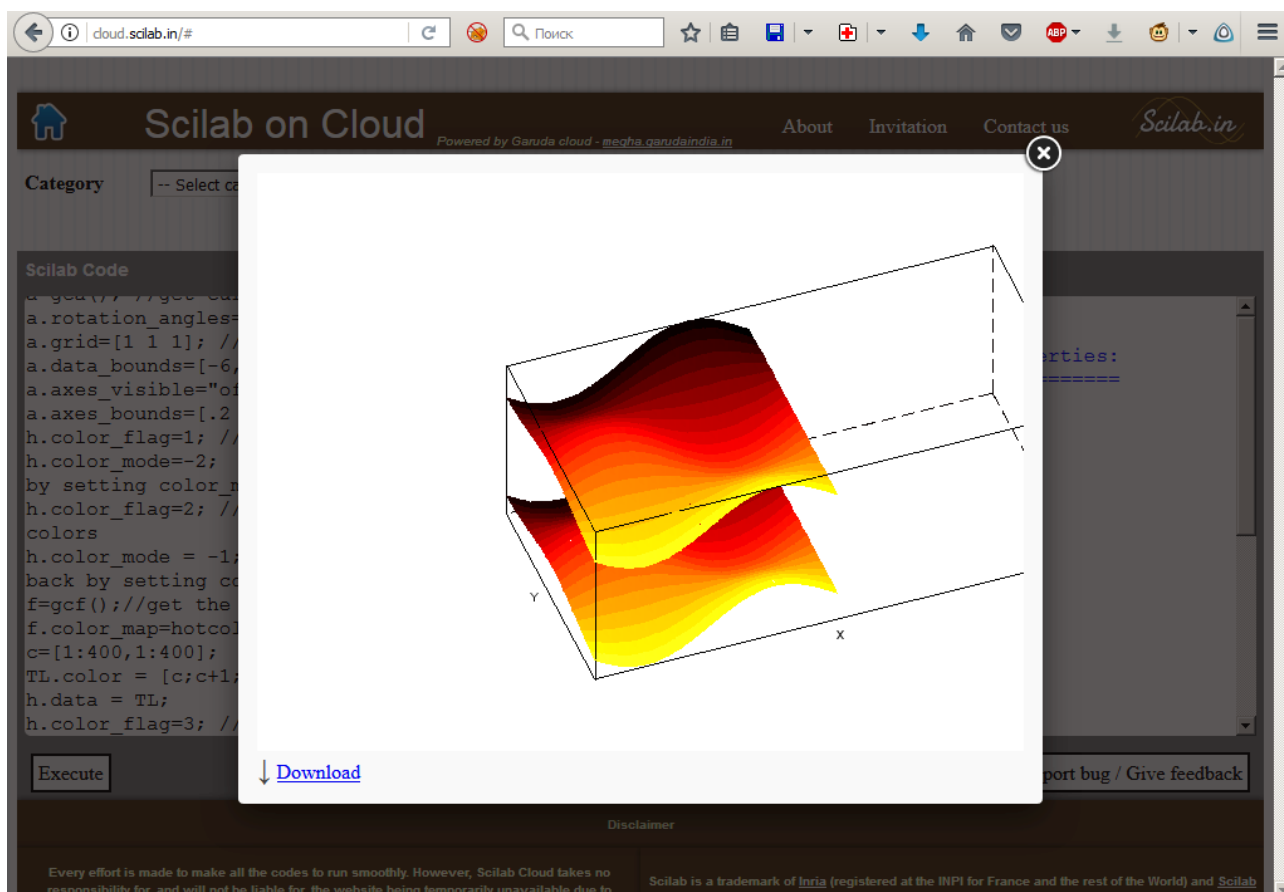


Рис. 1.15. Візуалізація результатів моделювання у W3 Scilab

Висновки до розділу 1

1. Scilab – вільно поширюваний пакет наукових програм для чисельних обчислень, що надає потужне відкрите середовище для інженерних і наукових розрахунків. Scilab доцільно використовувати в якості альтернативи MATLAB за умови неможливості придбання ліцензії на останній.

2. Для ОС Android наявні дві мобільні версії Scilab: Scilab on Aakash та Scilab Console Free. Обидві програми виконують розрахункові функції Scilab,

але графічні функції Scilab та Xcos не активовані. Scilab on Aakash потребує спеціального апаратного забезпечення, а тому не може бути встановлений на більшість мобільних пристроїв. Scilab Console Free є вибагливими до апаратних ресурсів мобільних пристроїв (розміру оперативної пам'яті та внутрішньої пам'яті пристрою) та потребує встановлення підсистеми GNURoot Debian.

3. Серед Web-інтерфейсів до Scilab доцільно виділити Web-інтерфейс, що пропонується Cloud Scilab і надає лише можливість розміщення створених користувачем моделей із Web-інтерфейсом, та W3 Scilab (Scilab on Cloud), який надає можливість віддаленого виконання користувацьких програм та візуалізації статичних графічних побудов. Привабливим у Scilab on Cloud є можливість використання великої кількості прикладів із вільно поширюваних підручників з різних галузей знання.

4. Проведений огляд показує, що існуючі мобільні версії Scilab не є повнофункціональними: жодна з них не надає доступ до підсистеми візуального моделювання Xcos та модулів сторонніх виробників. Таким чином, виникає необхідність надання мобільного доступу до повнофункціональної версії Scilab одним із двох способів: а) перенесення Scilab у середовище Web-браузера; б) віртуалізація інтерфейсу Scilab.

РОЗДІЛ 2

ЗАСОБИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОЇ ВЕРСІЇ SCILAB

2.1 Використання Emscripten для кроסקompіляції у JavaScript

Для перенесення Scilab у середовище Web-браузера доцільним є здійснення кроסקompіляції його вихідних текстів у JavaScript, як це пропонується К. Шираіши та Й. Імаї [15]. Для підтримки графічних побудов автори конвертували GNUPLOT з мови C++ у мову JavaScript за допомогою Emscripten (рис. 2.1).

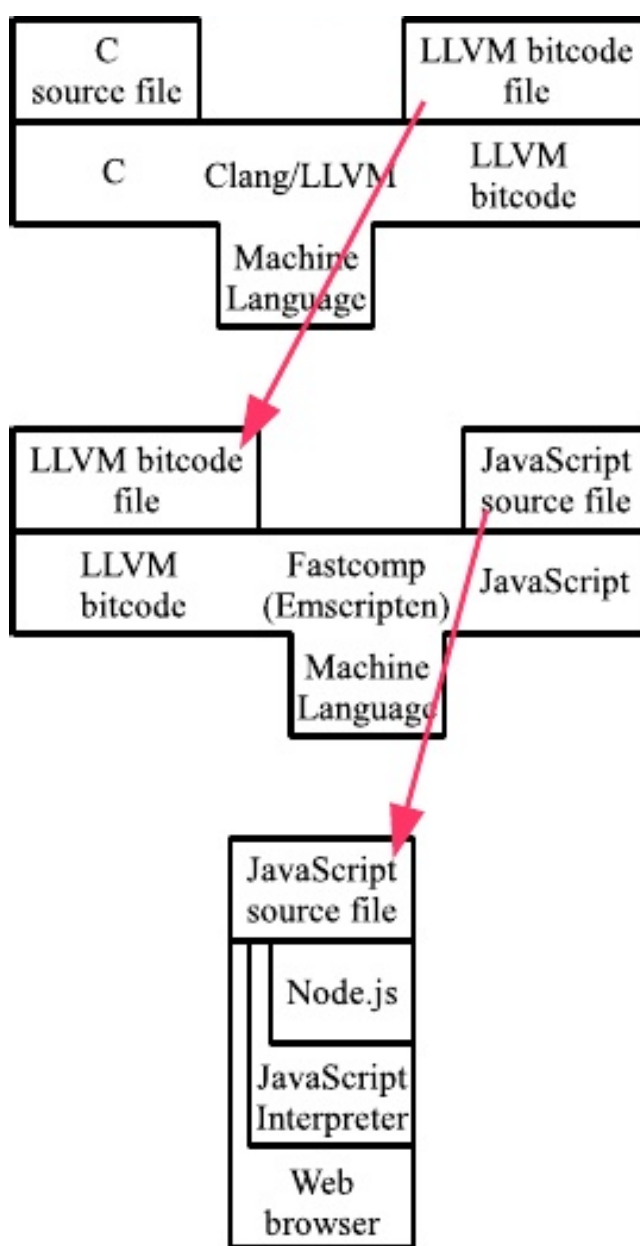


Рис. 2.1. Загальна схема використання Emscripten

Emscripten – компілятор типу код-у-код (транскompілятор, кроскомпілятор). На вході він приймає LLVM-біткод, звичайно отриманий компіляцією вихідного коду мовою C або C++. На виході він надає файл з кодом мовою JavaScript, що може бути запущений у веб-переглядачі [9]. Основною метою проекту Emscripten є створення інструменту, який дозволив би виконувати у Web-браузері код незалежно від мови програмування, якою цей код написаний. Emscripten дозволяє здійснити компіляцію біткоду LLVM у код мовою JavaScript, який може бути виконаний у веб-браузері.

LLVM (Low Level Virtual Machine) – система, що реалізує віртуальну машину з RISC-подібними інструкціями та може використовуватися як оптимізуючий компілятор біткоду в машинний код для різних архітектур або для його інтерпретації та JIT-компіляції (для деяких платформ). Біткод LLVM може бути згенерований з коду C/C++ за допомогою компіляторів lvm-gcc і clang. Emscripten підтримує трансляцію графічного виведення бібліотеки SDL через canvas, а також надає підтримку 3D-графіки OpenGL через WebGL.

Після установки Emscripten користувачеві надається повний набір засобів розробки. Якщо у системі встановлено Visual Studio 2010, додатково можна налаштувати відповідний плагін. Плагін додає конфігурацію Emscripten в список доступних конфігурацій Solution у Visual Studio. Для того, щоб у Visual Studio запустити проект через Emscripten з генерацією .html та .js файлів, необхідно вибрати конфігурацію Emscripten з меню, що надає Configuration Manager, в якості активної конфігурації. Далі необхідно у Configuration properties – General – Configuration Type обрати "Browser Application(.html)", у Configuration properties – Debugging Command увести C:\Windows\System32\cmd.exe, а у Command Arguments – /c "C:\Program Files (x86)\MSBuild\Microsoft.Cpp\v4.0\Platforms\Emscripten\run_in_browser.bat" \$(TargetPath). Для запуску проекту в режимі Debug необхідно обрати "Start Without Debugging" (рис. 2.2, 2.3).

Якщо у системі встановлено кілька Web-браузерів, можна вказати браузер для запуску, створивши змінну оточення EMCC_WEBBROWSER_EXE:

SETX EMCC_WEBBROWSER_EXE C:/Program Files (x86)/Mozilla Firefox/firefox.exe

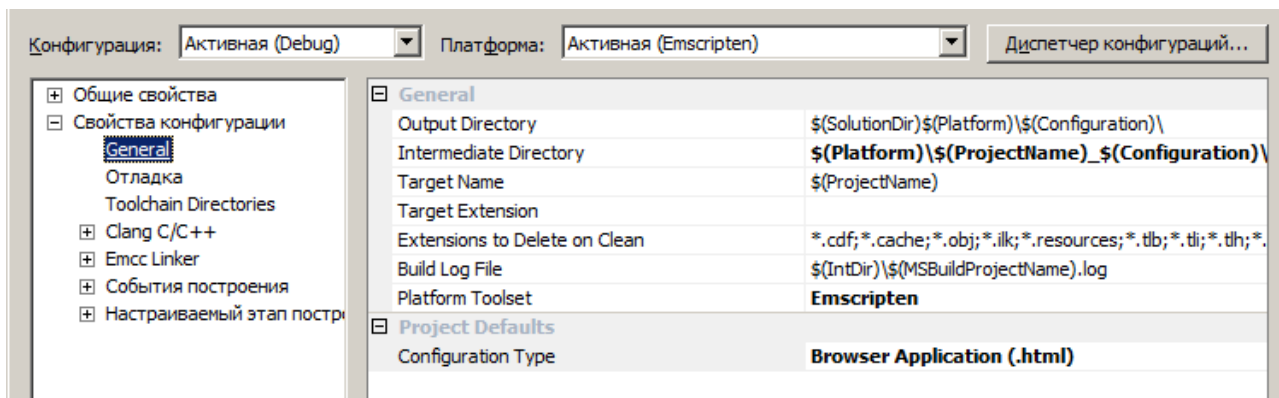


Рис. 2.2. Загальна конфігурація Emscripten у Visual Studio

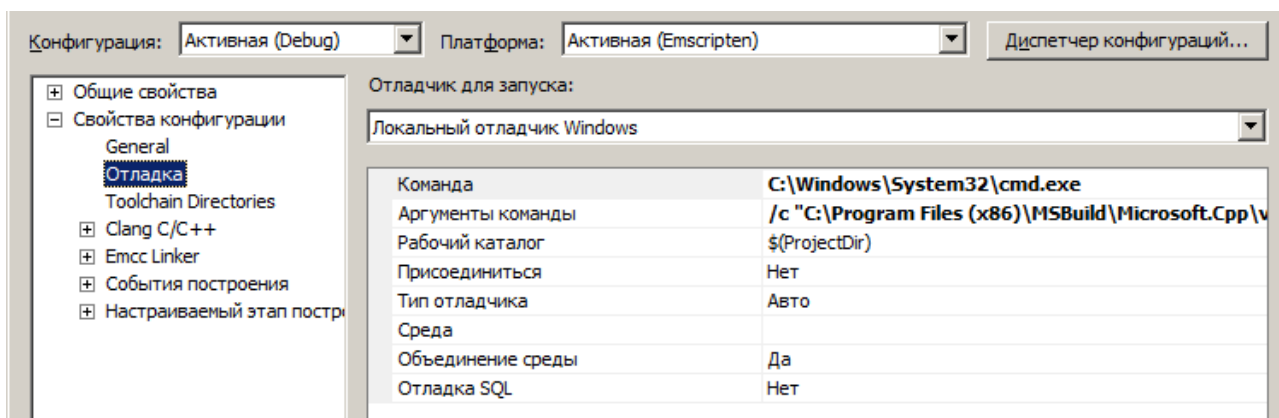


Рис. 2.3. Конфігурація запуску проекту Emscripten у Visual Studio

Для компіляції Scilab у біткод LLVM необхідно виконати наступну команду конфігурації:

```
./configure --without-gui --without-openmp CC=clang CXX=clang
make LDFLAGS="-lstdc++"
```

Застосувавши Emscripten, ми отримаємо мобільну версію Scilab мовою JavaScript, що працює у середовищі Web-браузера. До недоліків створеної мобільної версії відноситься те, що, як й розглянуті у п. 1.2 реалізації, дана версія є консольною.

Намагання виконати компіляцію вихідних кодів Scilab у середовищі Visual Studio призводить до помилок, пов'язаних з відсутністю у Emscripten необхідних Windows-бібліотек (так само як й бібліотек графічного інтерфейсу

для macOS). На поточний момент (версія 1.37.9) Emscripten підтримує наступні графічні бібліотеки: OpenAL, EGL, Mesa 3-D, GLFW, SDL (Simple DirectMedia Layer) та X11, тому єдиний спосіб створення мобільної версії Scilab із графічним інтерфейсом – його повне перепроектування з використанням однієї із вказаних бібліотек.

У зв'язку з цим доцільним є розгляд другої можливості – віртуалізації графічного інтерфейсу до Scilab.

2.2 Використання Ulteo OVD для віртуалізації графічного інтерфейсу до Scilab

Як зазначає Є. О. Модло [19], для вирішення задачі перенесення традиційного програмного забезпечення у хмарне середовище, з утворенням приватної хмари, доцільно застосовувати Ulteo Open Virtual Desktop (OVD) (<http://www.ulteo.com>). До переваг Ulteo OVD відносяться відкритий вихідний код, простота використання, безпечність, надійність, масштабованість, легкість розгортання і адміністрування. Ulteo OVD підтримує повну інтеграцію з існуючими інфраструктурами, включаючи сервіси Microsoft. Додатки поставляються користувачеві у вигляді повного робочого столу або можуть бути інтегровані в робочий стіл користувача. Доступ можливий як з браузера, так і зі спеціального клієнтського програмного забезпечення.

Використання даного продукту дозволить:

- прозоро для користувача об'єднати у єдиному робочому віртуальному просторі програми під управлінням різних операційних систем;
- мати доступ до робочого простору та обраних програм незалежно від використовуваних програмно-апаратних засобів.

Для того, щоб налаштувати віртуальну машину з Ulteo OVD, слід завантажити програму VMWare Player (Workstation) (попередньо дане програмне забезпечення повинно бути встановлене на клієнтській машині). При першому завантаженні після запуску відповідного файлу у вікні з інформацією про умови ліцензування слід погодитись із запропонованим варіантом та

натиснути відповідну кнопку «Далі» (рис. 2.4).

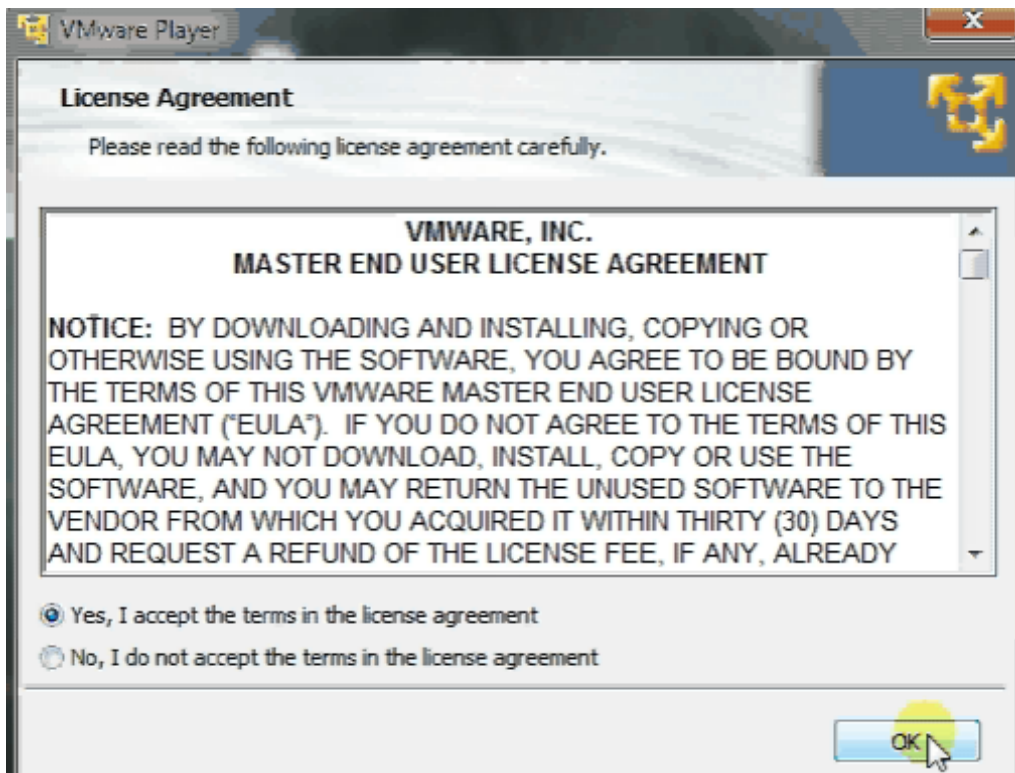


Рис. 2.4. Вікно з інформацією про умови ліцензування програми

Наступним кроком буде обирання пункту «Створення віртуальної машини», після чого у вікні майстра створення віртуальної машини слід обрати диск та місце на ньому для копіювання необхідних каталогів та файлів установки.

Кнопка «Далі» надасть можливість перейти до наступного кроку – вибору операційної системи із переліку запропонованих, у нашому випадку це Linux версії Other Linux 2.6.x kernel (рис. 2.5).

Наступний крок виконання надає можливість дати ім'я віртуальній машині (у нас це – Scilab) (рис. 2.6) та визначитись із місцем її розташування на фізичному диску, після чого у наступному вікні слід визначитись із процесорною конфігурацією (рис. 2.7).

Наступний завершальний крок надає можливість проаналізувати всю технічну інформацію про нову віртуальну машину та кнопкою «Customize hardware» виконати додаткові налаштування обсягів виділеної пам'яті (у нашому випадку це 1 Гбайт), натискання на кнопку «Finish» призведе до

завантаження створеної віртуальної машини (рис. 2.8).

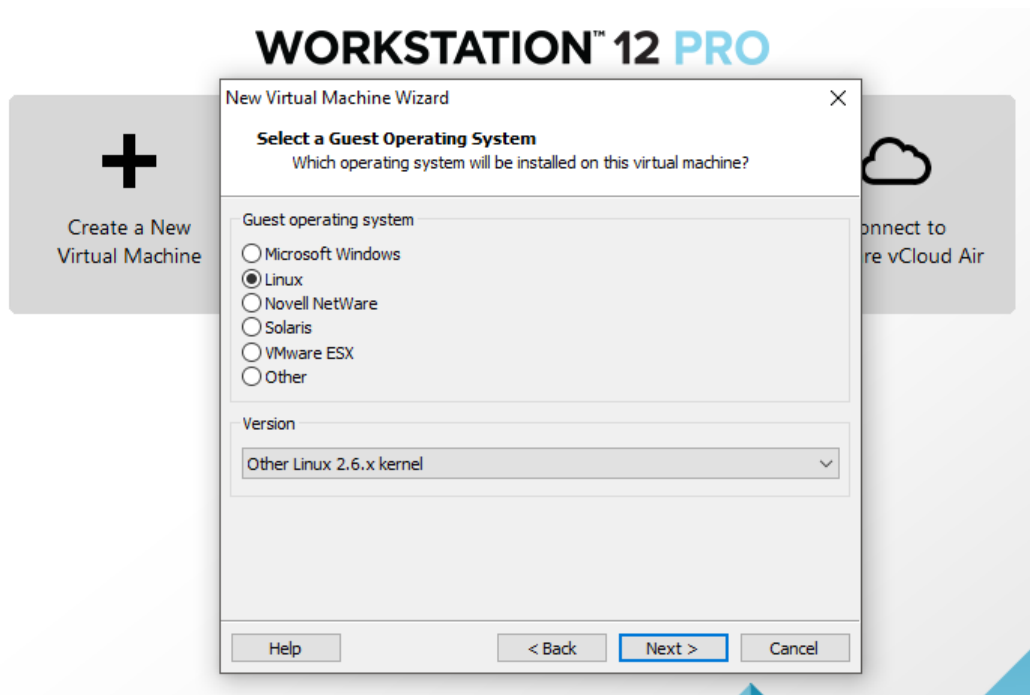


Рис. 2.5. Процес створення віртуальної машини

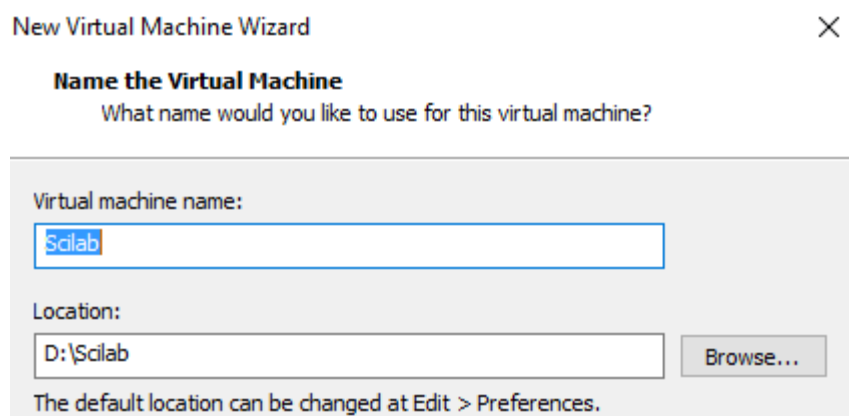


Рис. 2.6. Надання віртуальній машині імені та визначення місця розташування

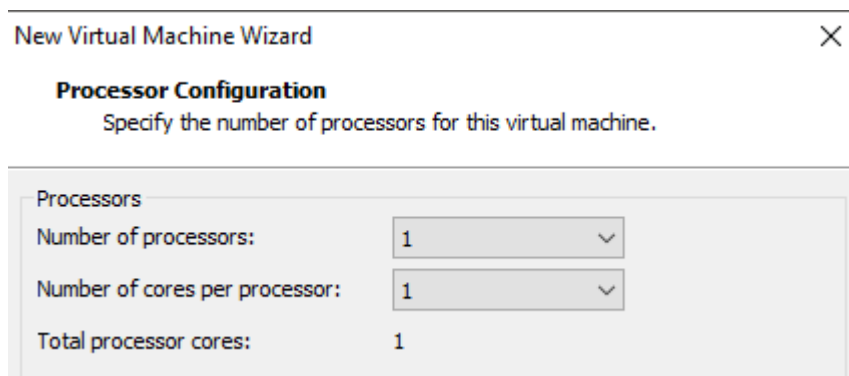


Рис. 2.7. Налаштування дискового простору

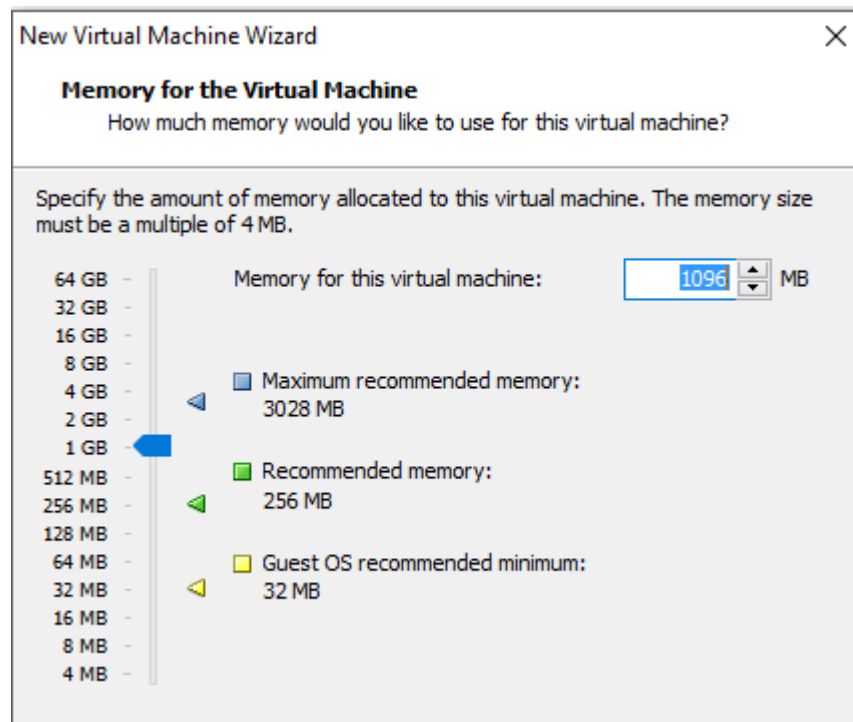


Рис. 2.8. Визначення характеристик інших пристроїв

Перед запуском машини у відповідному вікні з'явиться інформація про підключення додаткових пристроїв. Рекомендується обрати пункт «Do not show this hint again» та обрати кнопку «ОК» (рис. 2.9).

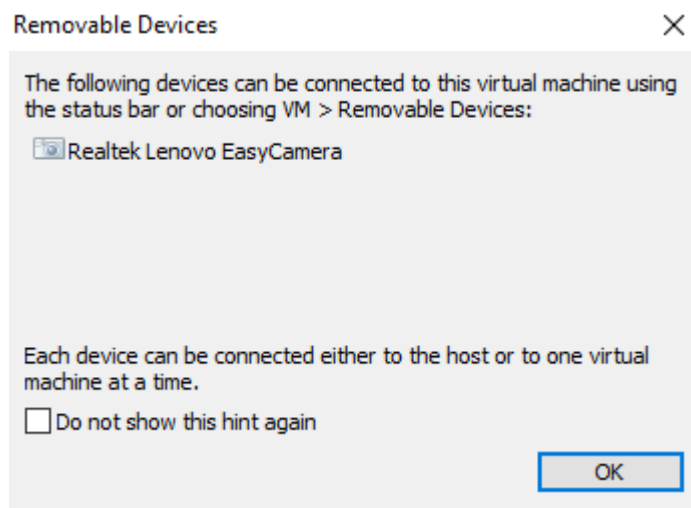


Рис. 2.9. Вікно підключення змінних пристроїв

ISO-образ системи віртуалізації Ulteo OVD 3.0.3 можна отримати за посиланням: <http://archive.ulteo.com/ovd/3.0.3/iso/>. Після його вибору для встановлення операційної системи з'явиться список допустимих мов (обираємо

українську), після чого усі повідомлення на екрані відображатимуться відповідною мовою (рис. 2.10).

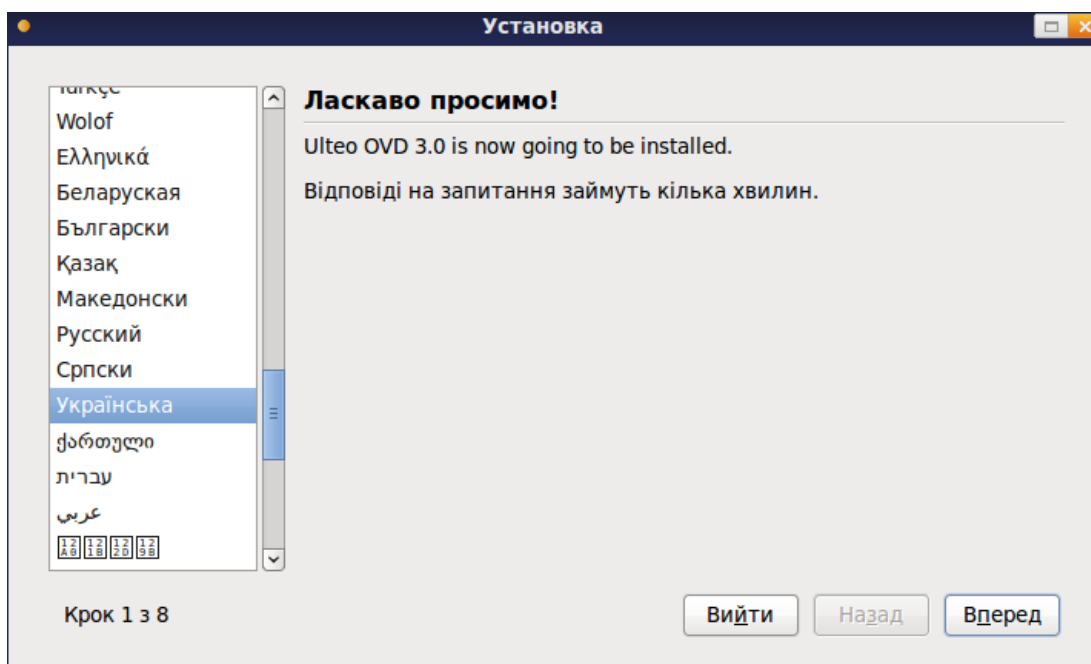


Рис. 2.10. Вікно налаштування мови в Ulteo OVD 3.0.3

Наступний крок дасть можливість завантажити віртуальний робочий стіл («Install Open Virtual Desktop»), завантаження займе деякий час. У вікні «Установка» (рис. 2.11) слід буде виконати налаштування годинника (слід вказати часовий пояс, наприклад, регіон – «Європа», часовий пояс – «Україна (Київ)»), обрати та перевірити розкладку клавіатури та перейти до наступного кроку.

Наступним кроком буде підготовка дискового простору (можна погодитись із налаштуваннями за замовчуванням). У вікні «Хто ви?» буде надана можливість за відомим алгоритмом заповнити усі необхідні поля картки клієнта та перейти до наступного кроку установки (рис. 2.12).

Ім'я адміністратора та його пароль задаються у наступному вікні. У цьому ж вікні також містить інформація про URL адреси для здійснення адміністратором керування сесією та для обслуговування клієнта (рис. 2.13).

Для того, щоб перейти за вказаними URL-адресами, слід завантажити програму-браузер (бажано, Mozilla Firefox з повною підтримкою Java), вікно

установки при цьому залишається відкритим. В адресному рядку вказати одну із запропонованих адрес, а саме 192.168.222.128/ovd/admin, та повернутись до вікна установки.

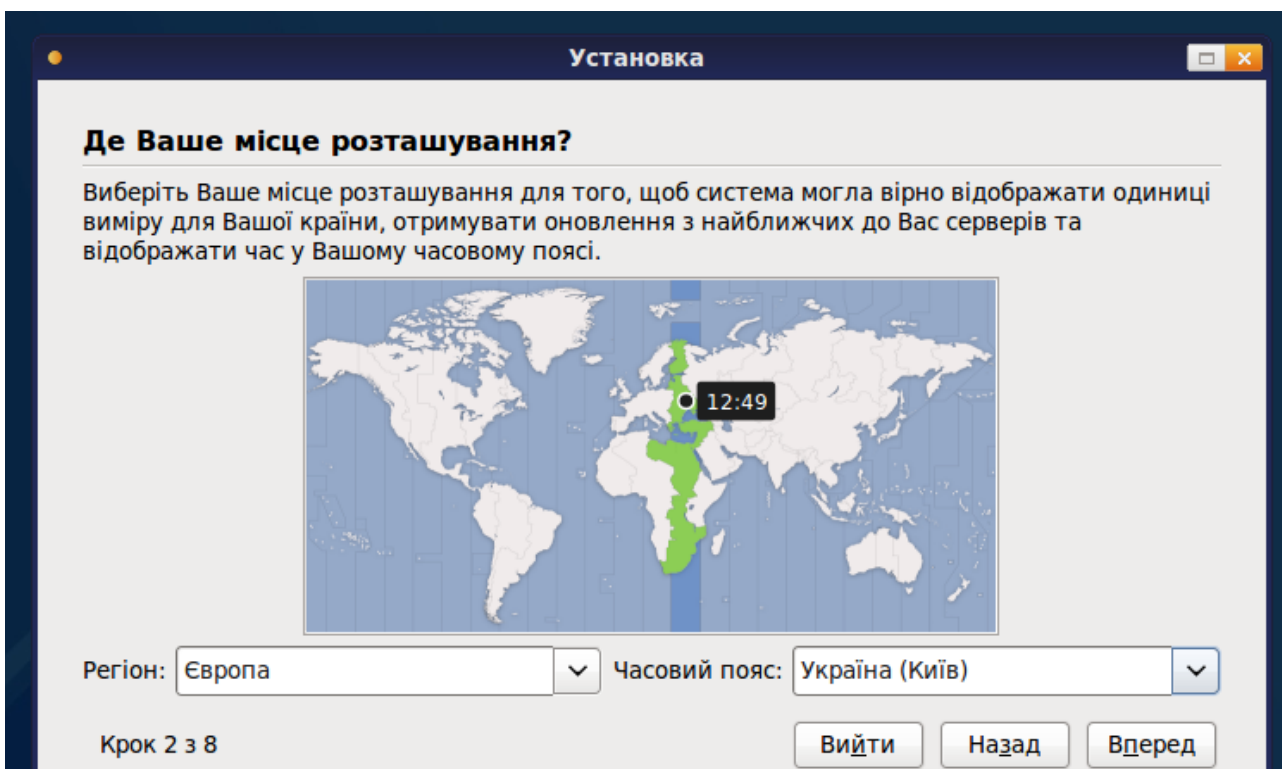


Рис. 2.11. Вікно «Установка»

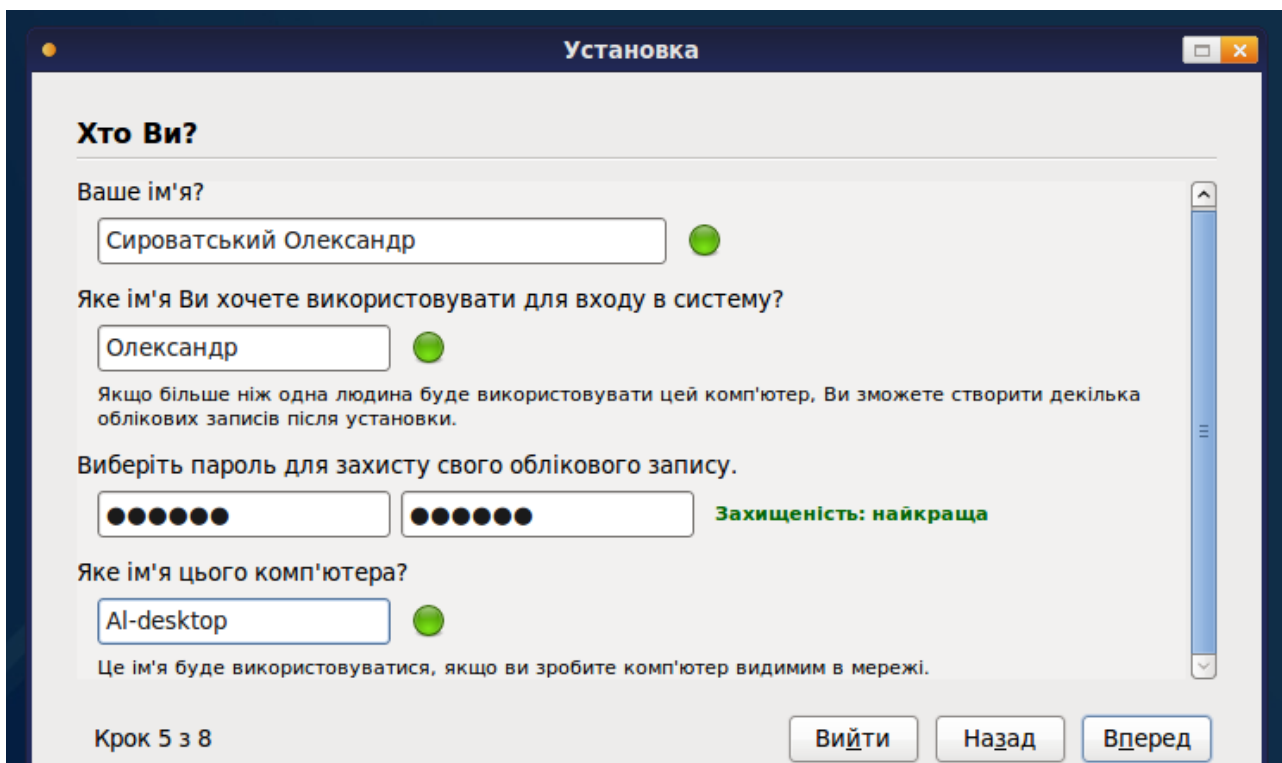


Рис. 2.12. Вікно для заповнення даних про клієнта

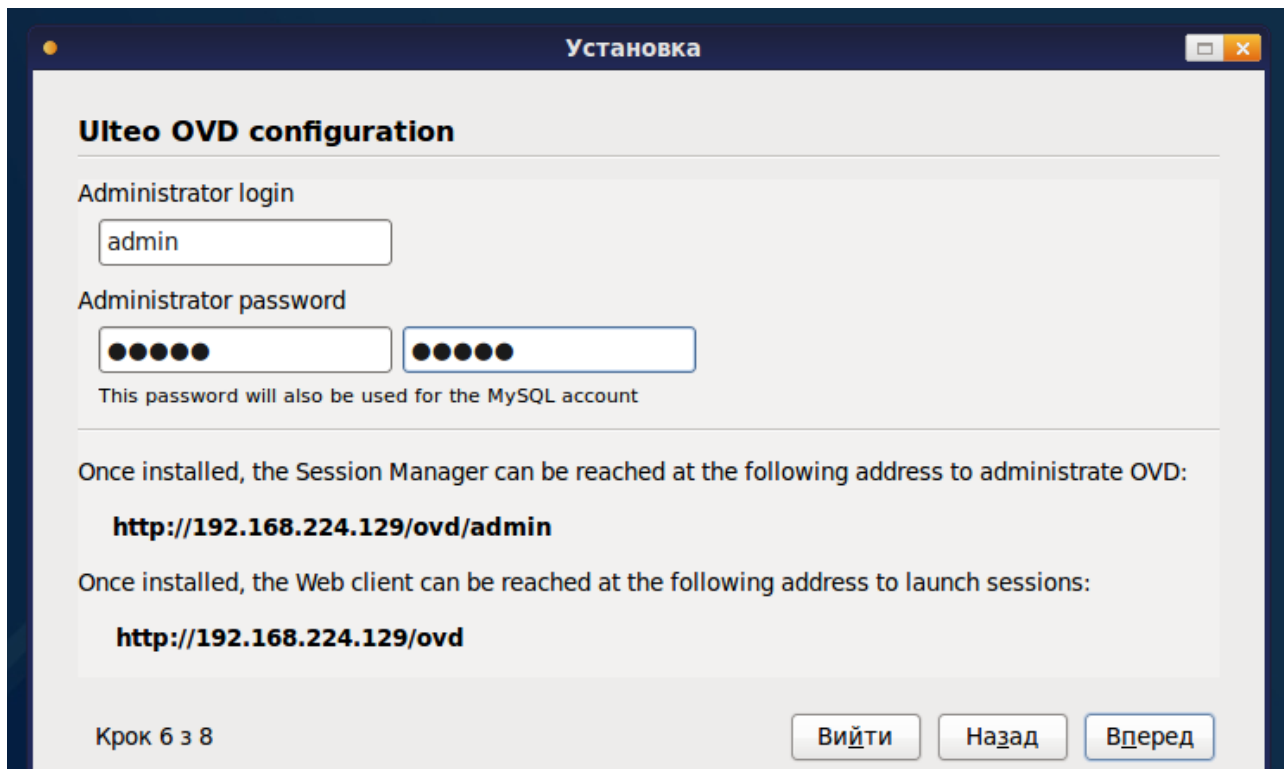


Рис. 2.13. Заповнення даних про адміністрування

Останнє вікно установки містить інформацію про операційну систему, що буде встановлена та її параметри (за бажанням додаткові зміни можна внести кнопкою «Додатково») (рис. 2.14).

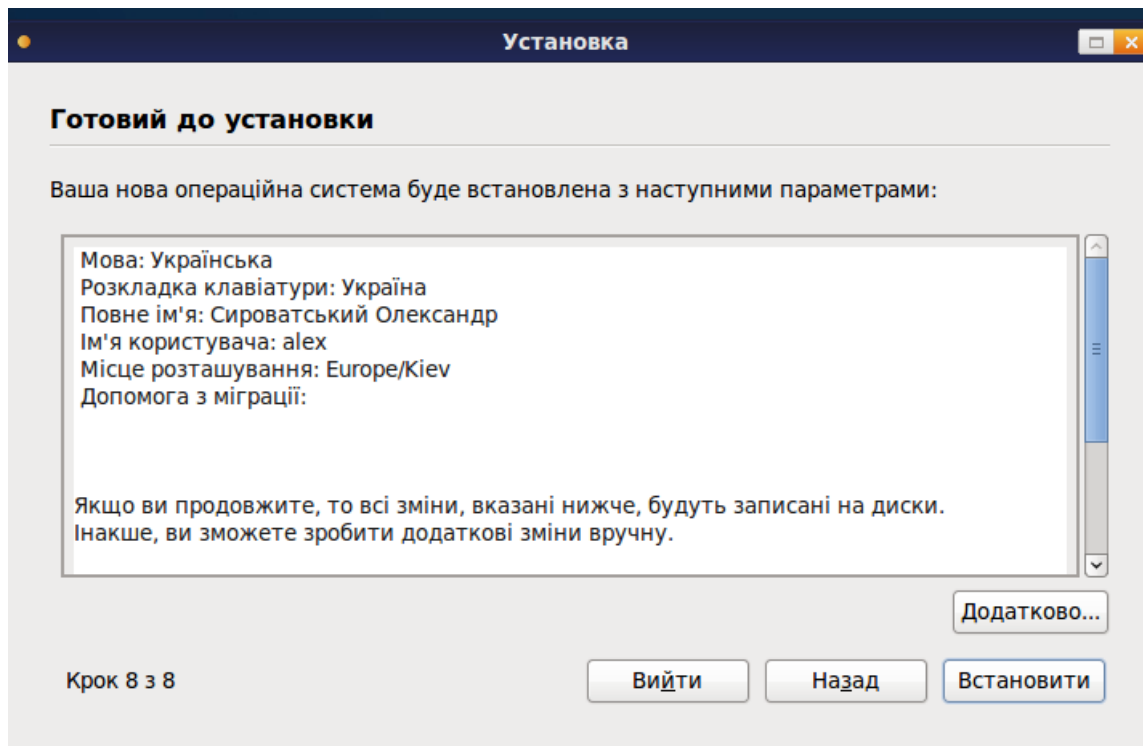


Рис. 2.14. Завершальний етап установки

Після виконання усіх установчих етапів на екрані відображається інформація про процес установки системи (це може зайняти деякий час).

Про завершення установки свідчить наступне вікно, у якому буде запропоновано виконати перезавантаження комп'ютера (рис. 2.15).

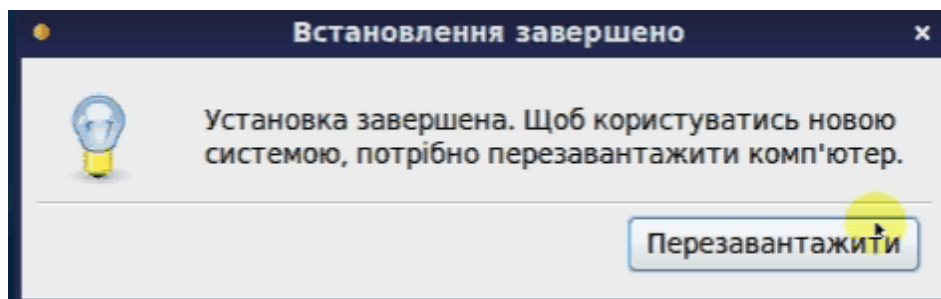


Рис. 2.15. Вікно повідомлення про закінчення установки системи

Після перезавантаження комп'ютера, треба запустити браузер та у адресному рядку вказати URL адресу 192.168.222.128/ovd (рис. 2.16).

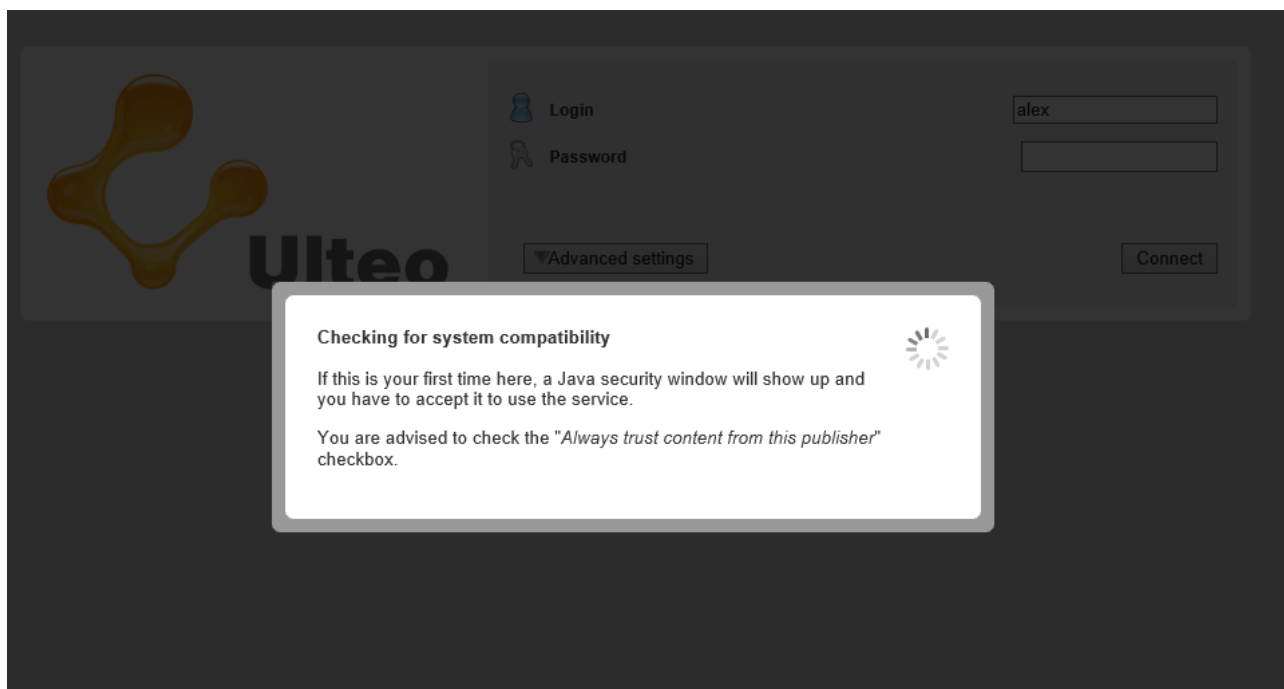


Рис. 2.16. Вікно браузера після указівки відповідної URL адреси

На екрані з'явиться повідомлення про особливості завантаження програмного забезпечення, користувачу слід погодитись («Always trust content from this publisher») та натиснути кнопку «Run».

Наступним кроком буде завантаження віртуального робочого столу для

адміністратора (вказується відповідний логін та пароль) (рис. 2.17).

Open Virtual Desktop - Administration

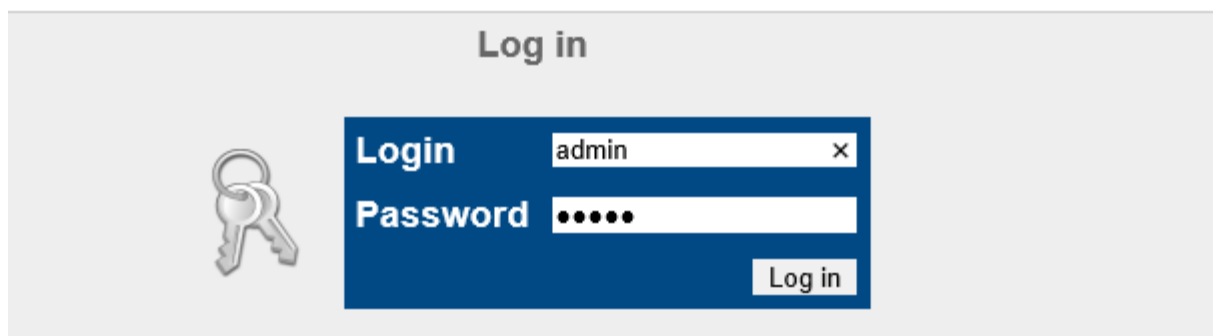


Рис. 2.17. Вікно завантаження віртуального робочого столу для адміністратора

Робочий стіл адміністратора має таку структуру: сервер; користувачі; програми; конфігурація; статус;

Ulteo OVD має декілька серверів:

- сервер сесій – центральний елемент у структурі, керує сесіями запуску та розміщення консолі адміністрування. Це перше програмне забезпечення при установці. Даний сервер може працювати як в операційній системі Linux так і Windows;

- сервер додатків – надає можливість відділений доступ використовувати додатки із різних серверів та хостів. Сервер працює під керуванням як Linux, так і Windows, може функціонувати за бажанням клієнта у змішаному варіанті;

- веб-клієнт – дане програмне забезпечення використовується для завантаження сесії Ulteo OVD без встановлення програмного забезпечення, необхідним є лише веб-браузер. Для початку сесії можна також скористатись Ulteo OVD Native Client, тому це програмне забезпечення є необов'язковим;

- файл-сервер – виконує централізоване керування файловою системою для забезпечення доступу клієнтів до файлів при використанні додатків із різних серверів. Дане програмне забезпечення керує мережевою файловою системою під час сесії та надає користувачам загальні папки. На даний момент даний сервер працює тільки в Linux. Його можна встановити на одній машині у

якості серверу додатків;

– шлюз – під час сесії Ulteo OVD використовує декілька портів, в основному це HTTPS (443) та RDP (3389). Але у випадку використання клієнтом мобільного зв'язку, ці порти блокуються. Або для одного серверу може бути декілька IP адрес. Шлюз перетворює усі OVD з'єднання на посилання HTTPS. Таким чином, доступ і початок сесії можливий з любого місця.

Для того, щоб запустити сесію, слід у вікні VMWare Player обрати відповідно, назву віртуальної машини та виконати дії по її відкриттю (рис. 2.18).

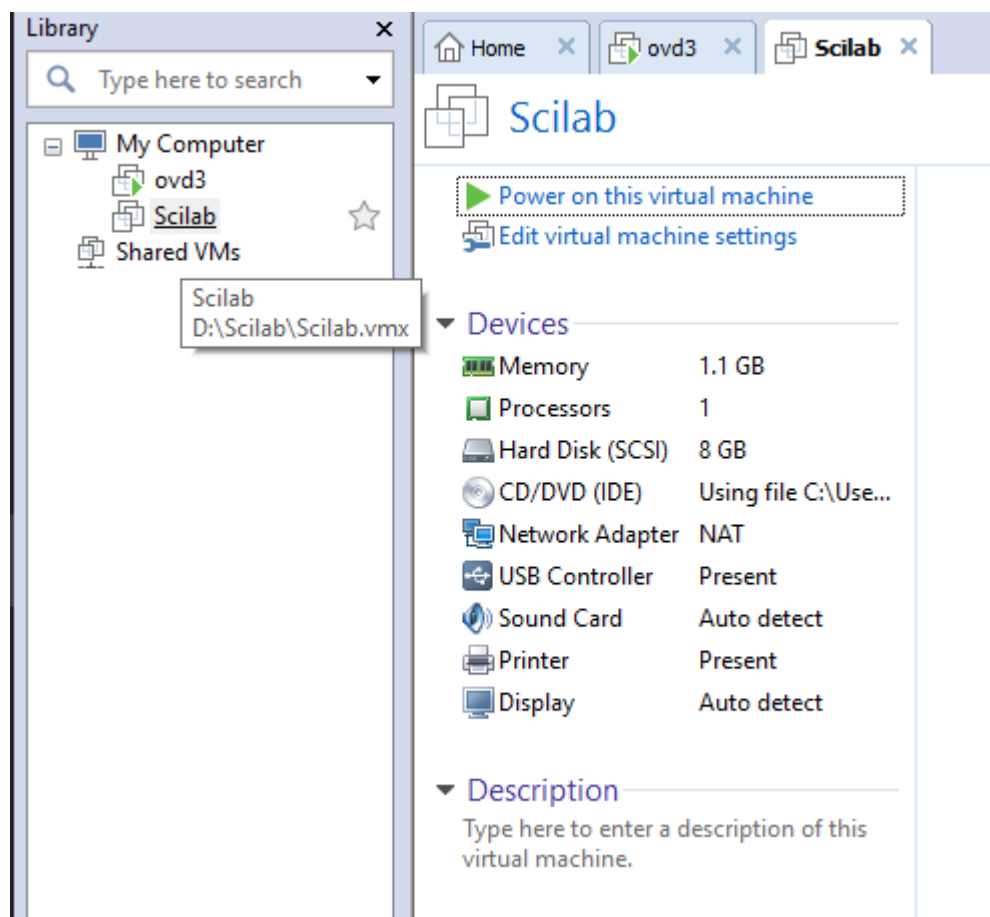


Рис. 2.18. Вікно створеної віртуальної машини

У наступному вікні повідомляється про доступне програмне забезпечення та можливі дії з ним (рис. 2.19).

```

### Ulteo OVD 3.0 ###
With a web browser, you can connect to:
- http://192.168.224.128/ovd          to launch a user session
- http://192.168.224.128/ovd/admin  to administrate OVD

alex-desktop login: alex
Password:

Login incorrect
alex-desktop login: alex
Password:
Last login: Sun Jun 18 12:29:36 EEST 2017 on tty1
Linux alex-desktop 2.6.32-44-generic-pae #98-Ubuntu SMP Mon Sep 24 17:47:51 UTC
2012 i686 GNU/Linux
Ubuntu 10.04.4 LTS

Welcome to Ubuntu!
 * Documentation:  https://help.ubuntu.com/
New release 'precise' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

```

Рис. 2.19. Інформація про доступне програмне забезпечення

Далі необхідно перейти до налаштувань віртуального робочого столу, вказавши логін та пароль адміністратора (рис. 2.20).

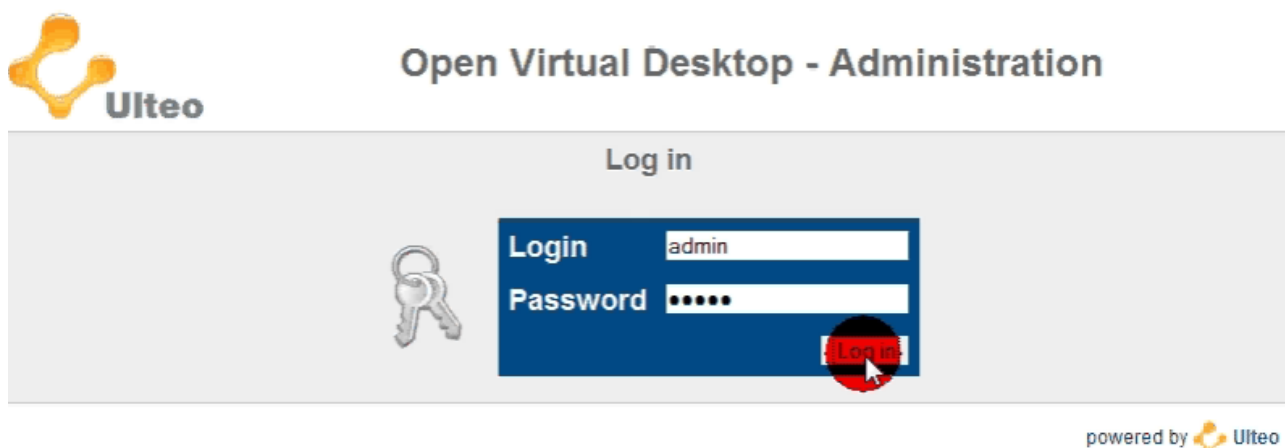


Рис. 2.20. Відкриття віртуального робочого столу для адміністратора

Після цього відбувається перенаправлення на головну сторінку, де можна побачити підключення одного із серверів (рис. 2.21).

Повідомлення наступного вікна (рис. 2.22) свідчить про помилкову адресу серверу.

Повернемося на головну сторінку та спробуємо перевести сервер в робочий стан обслуговування (рис. 2.23).

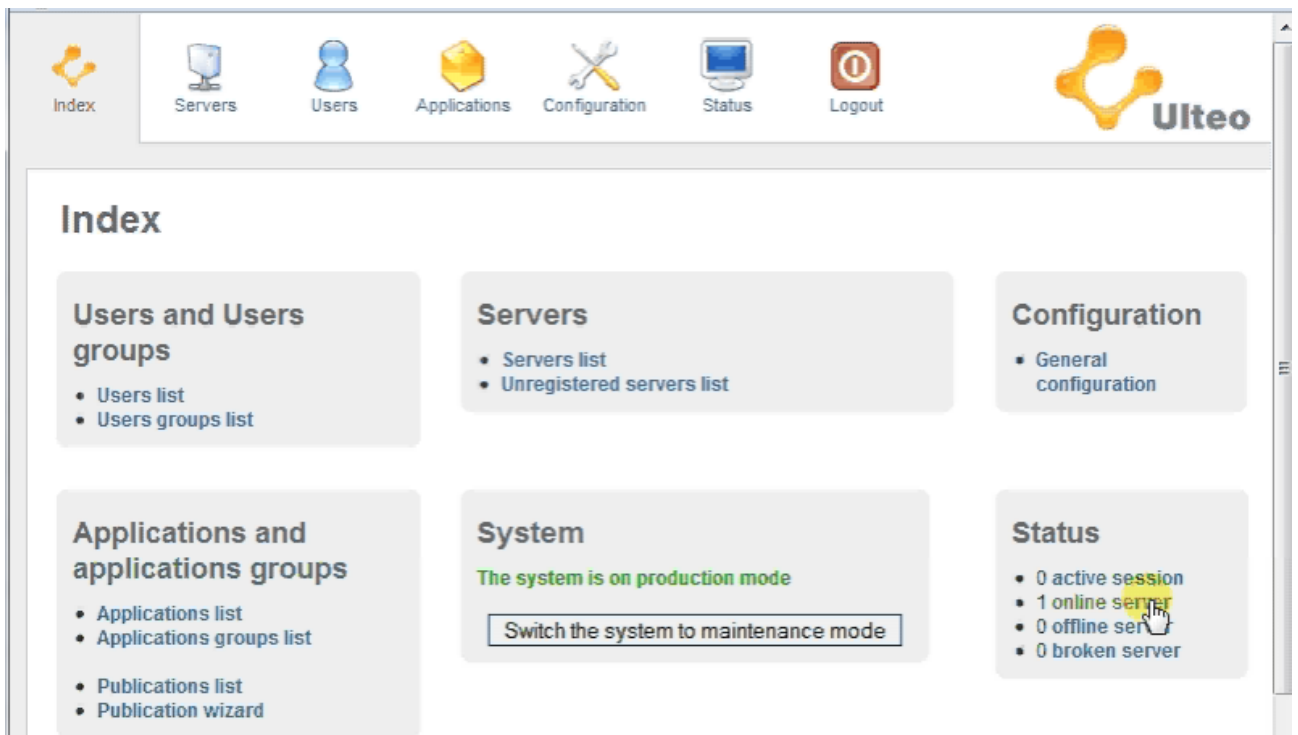


Рис. 2.21. Режим перенаправлення на головну сторінку

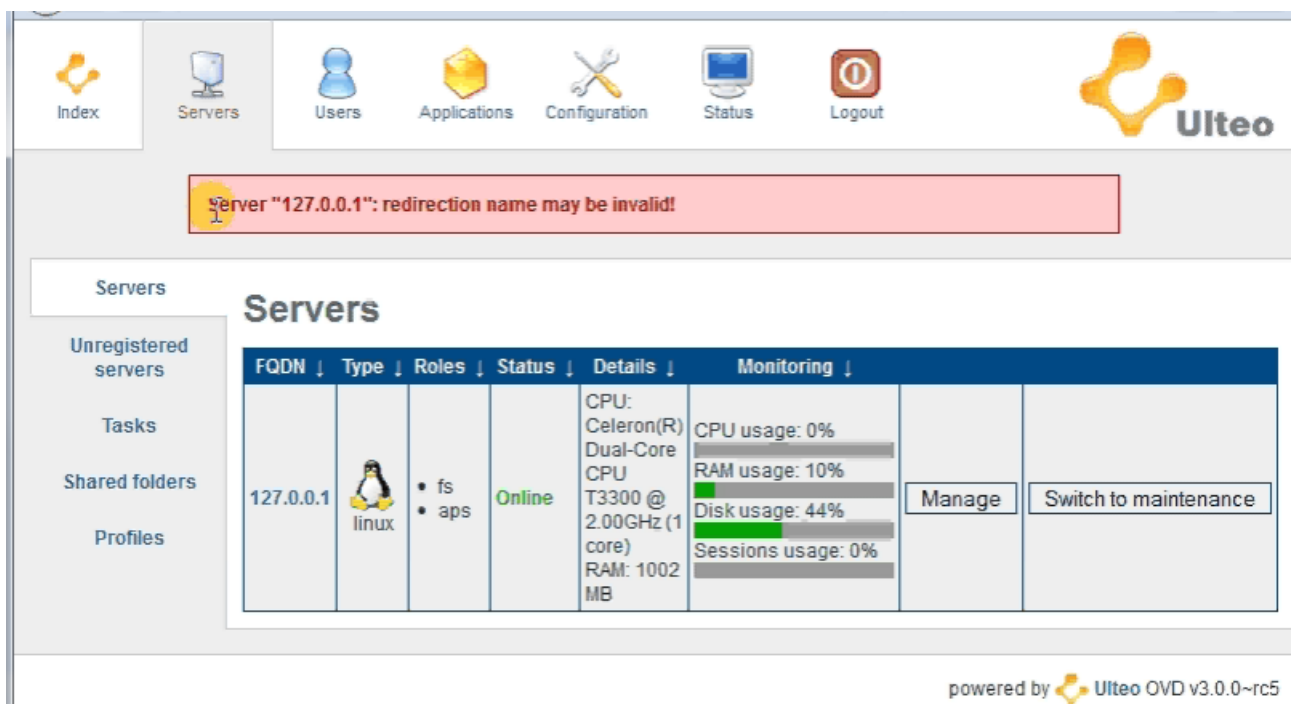


Рис. 2.22. Вікно із повідомленням про помилкову адресу серверу

Після чого виконаємо моніторинг даного серверу, скопіюємо URL адресу дійсного його розташування та виконаємо заміну у відповідному полі розділу конфігурація (рис. 2.24, 2.25).

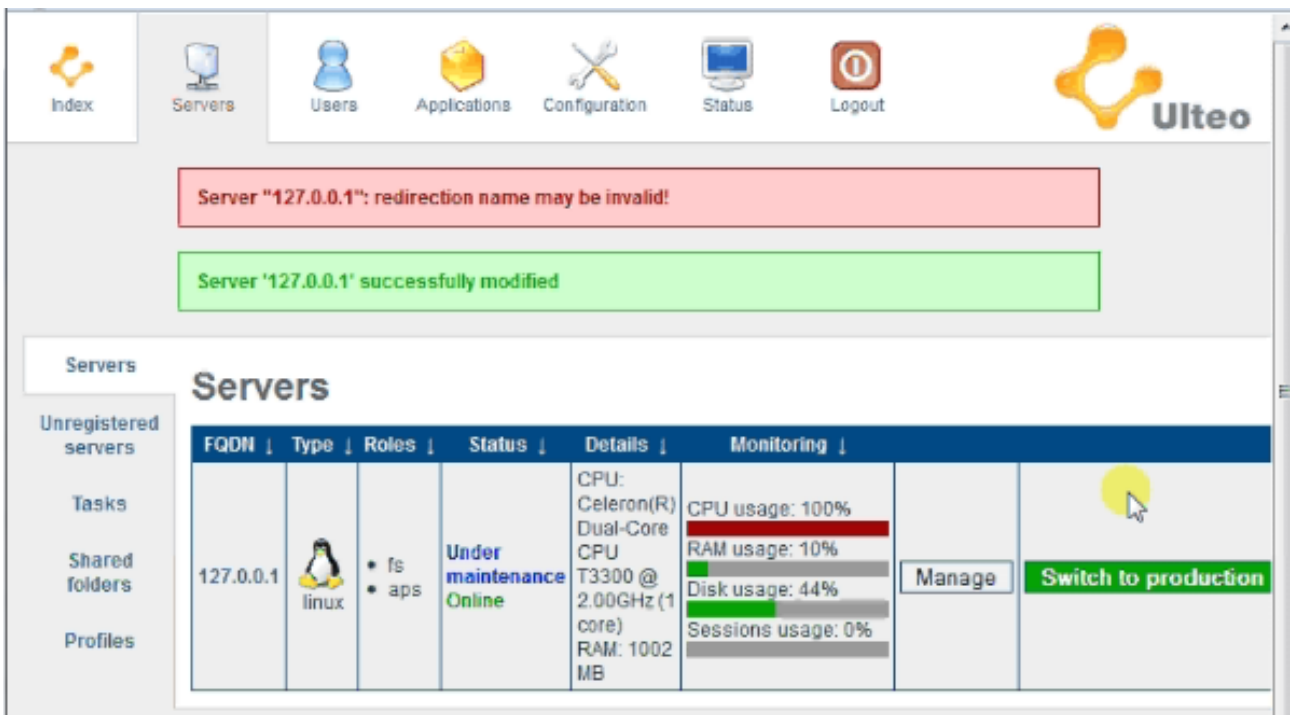


Рис. 2.23. Переведення серверу у робочий стан

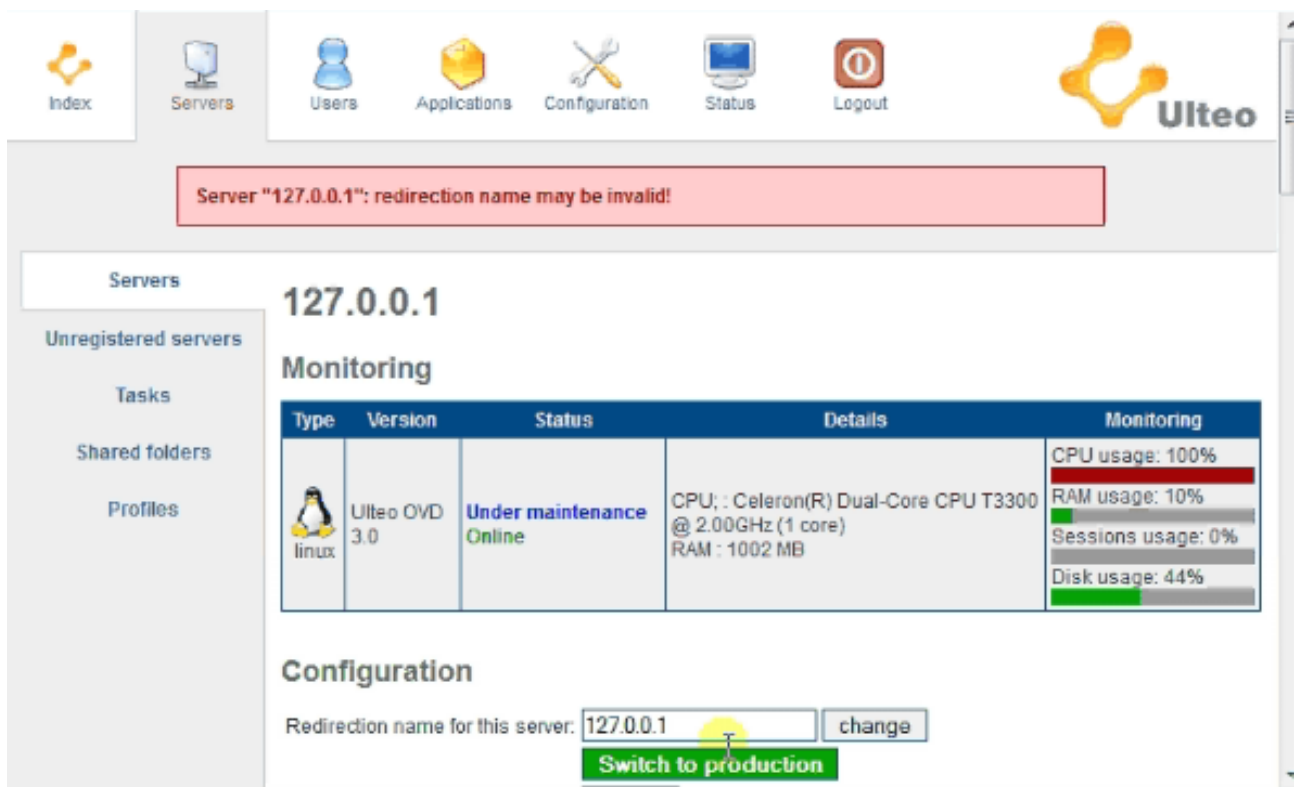


Рис. 2.24. Режим моніторингу серверу при неправильній адресації серверу

На вкладці Статус можна впевнитись у відсутності завантажених сесій (рис. 2.26).

Server '127.0.0.1' successfully modified

Servers

Unregistered servers

Tasks

Shared folders

Profiles

127.0.0.1

Monitoring

Type	Version	Status	Details	Monitoring
linux	Ulteo OVD 3.0	Under maintenance Online	CPU: : Celeron(R) Dual-Core CPU T3300 @ 2.00GHz (1 core) RAM : 1002 MB	CPU usage: 100% RAM usage: 11% Sessions usage: 0% Disk usage: 44%

Configuration

Redirection name for this server:

Рис. 2.25. Режим моніторингу серверу при правильній адресації серверу та його модифікації

Sessions

Sessions (total: 0)

No active session

Logs

Reporting

Рис. 2.26. Вигляд закладки «Статус» при відсутності завантажених сесій

Для завантаження сесії по URL адресі 192.168.222.128/ovd/ перейти на клієнтську сторінку, увести логін та пароль клієнта (рис. 2.27).

Ulteo

Login alex

Password

Advanced settings

Connect

Рис. 2.27. Початок завантаження сесії

Після цього сесія завантажена та готова до використання з усіма опублікованими для даного клієнта додатками (рис. 2.28).

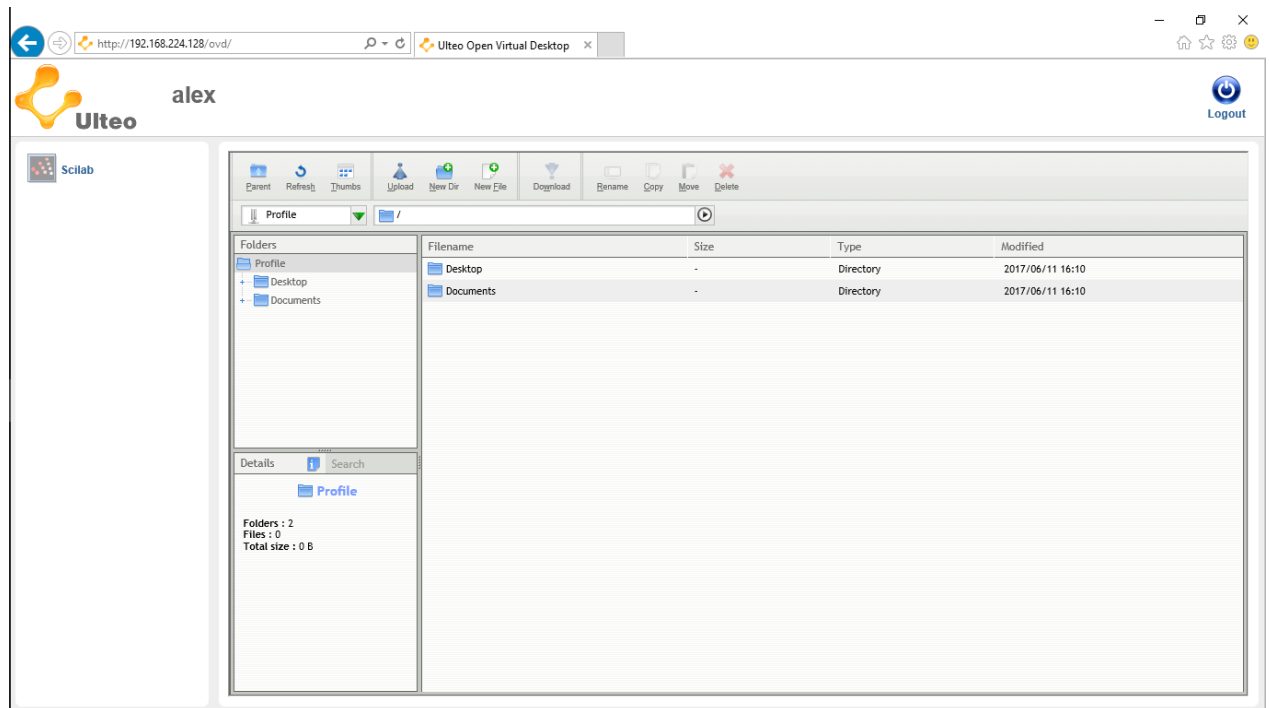


Рис. 2.28. Видяг віртуального робочого столу при завантаженій сесії

Перелік опублікованих додатків розташований у закладці Сесія, розділі Загалом (рис. 2.29).

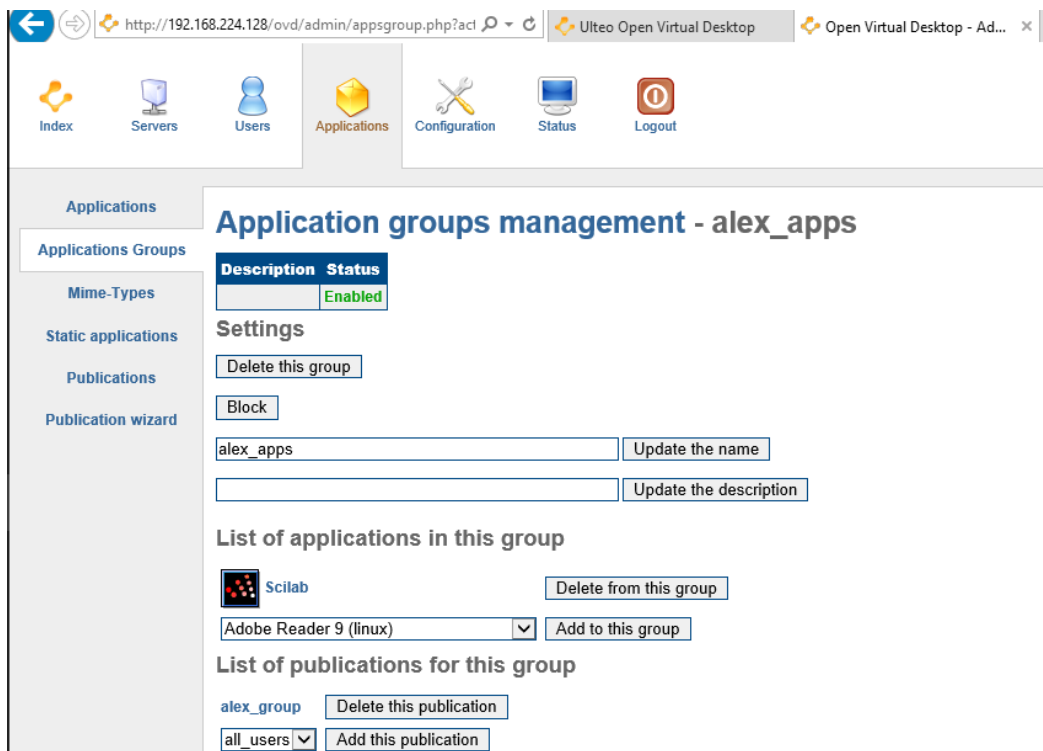


Рис. 2.29. Перелік доступних додатків у даній сесії

У цій закладці можна отримати інформацію про завантаження сесії (рис. 2.30).

The screenshot displays a web management interface. At the top, there is a navigation bar with icons and labels for 'Index', 'Servers', 'Users', 'Applications', 'Configuration', and 'Status'. Below this, a sidebar on the left contains a menu with 'Sessions' (highlighted), 'Logs', 'Reporting', 'News', and 'Summary'. The main content area is titled 'Session - 1498061557nZ8yD' and contains the following information:

- Information**
 - Servers:**
 - aps
 - 127.0.0.1 (Logged)
 - fs
 - 127.0.0.1
 - User:** alex
 - Type:** Applications
 - Started:** 21/06/2017 19:12:41
 - Status:** Logged
- Running applications**

No running application
- Kill this session**

[Kill this session](#)

Рис. 2.30. Інформація про завантажену сесію на сервері

З віртуального робочого столу можна здійснювати керування усіма об'єктами, що містяться на віртуальній машині, завантажувати усі доступні додатки (рис. 2.31, рис. 2.32) та, використовуючи їх, керувати об'єктами, розташованими на дисковому просторі клієнтської машини.

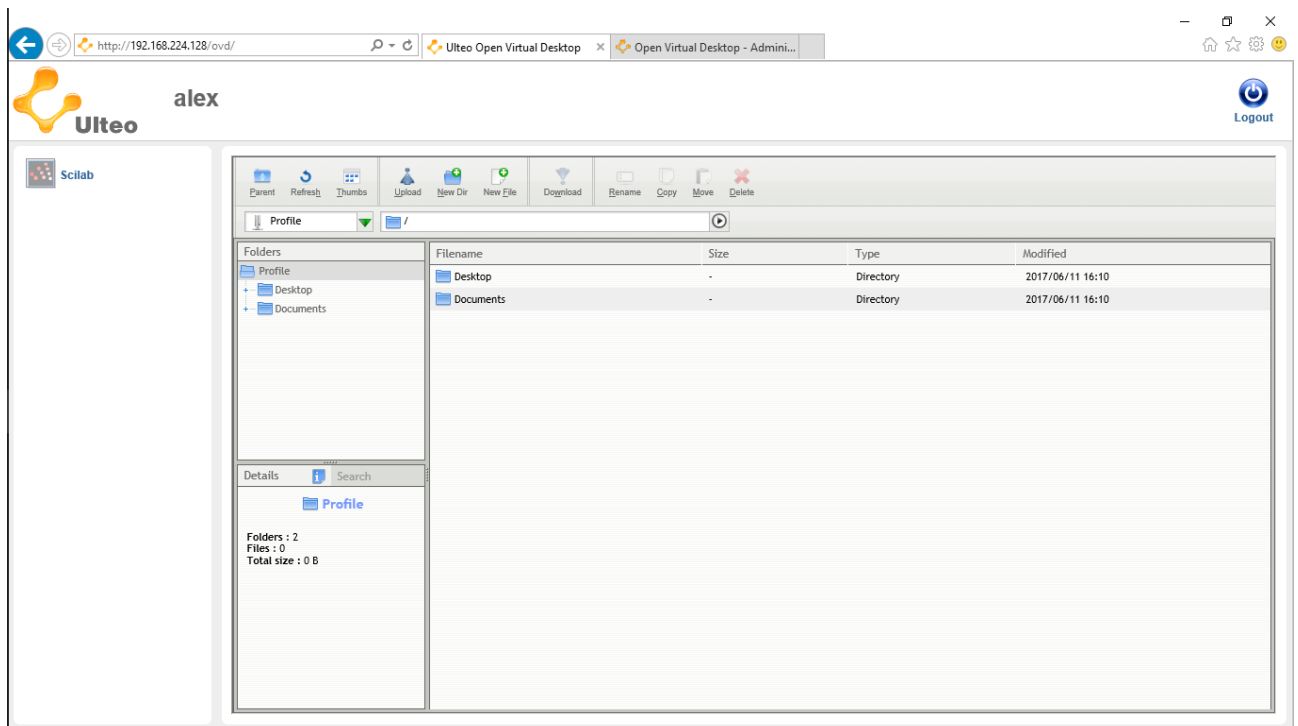


Рис. 2.31. Об'єкти віртуального робочого столу

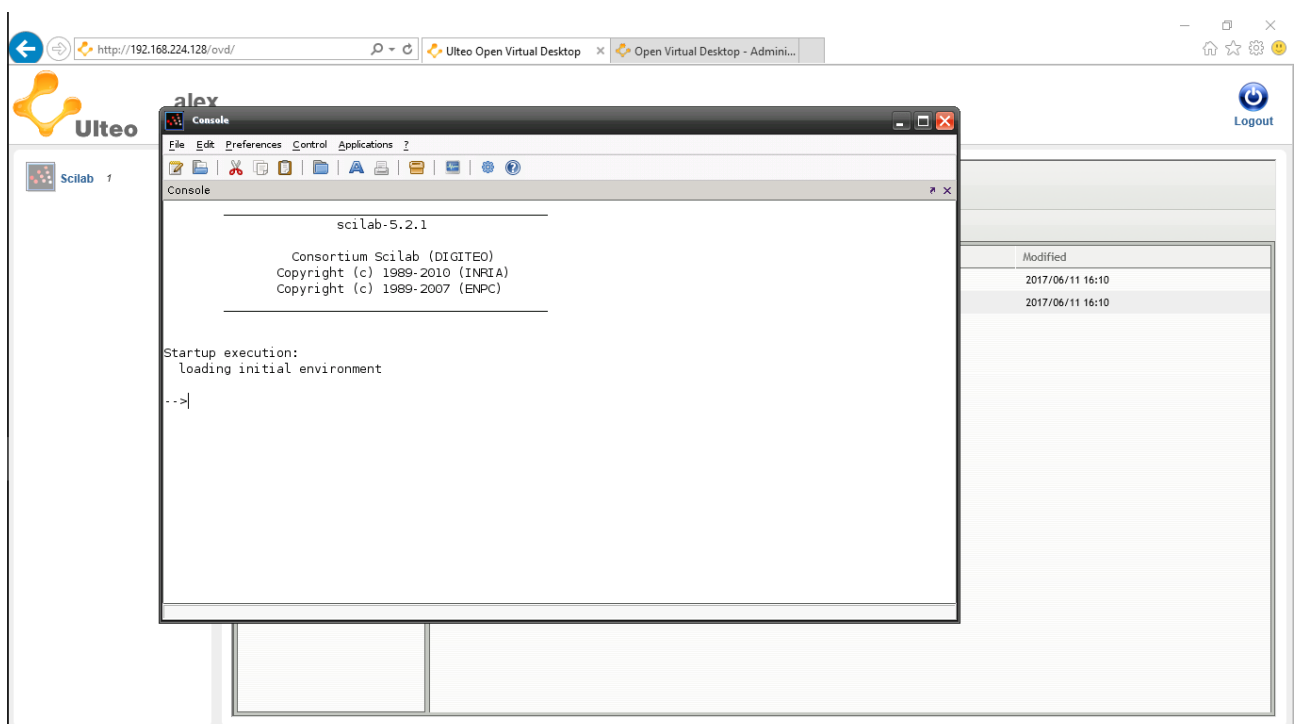


Рис. 2.32. Приклад завантаження Scilab

При цьому реєстр менеджера сесії може виглядати наступним чином (рис. 2.33):

The screenshot displays the 'Session Manager' interface. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'Sessions', 'Logs', 'Reporting', 'News', and 'Summary'. The main area is titled 'Session Manager' and shows two log files: 'main.log' and 'apt-get.log'. The 'main.log' file contains several entries, including critical errors about SQL server links and session management issues. The 'apt-get.log' file shows task refresh logs for various tasks on server 127.0.0.1.

main.log

```

Jun 18 12:53:01 - 127.0.0.1 - CRITICAL - Link to SQL server failed.
Jun 18 12:53:01 - 127.0.0.1 - CRITICAL - Link to SQL server failed.
Jun 18 12:53:03 - 127.0.0.1 - CRITICAL - Link to SQL server failed.
Jun 19 12:57:06 -- INFO - Session end : '1497778261MUghB' (reason: 'error')
Jun 19 12:57:06 -- WARNING - Session::orderDeletion Session '1497778261MUghB' already destroyed on server '127.0.0.1'
Jun 19 12:57:06 -- INFO - Session purge : '1497778261MUghB' (reason: 'error')
Jun 19 12:57:06 -- INFO - Session purge : '1497778261MUghB' (reason: ")
Jun 19 12:57:06 -- ERROR - Abstract_Session::delete(1497778261MUghB) session does not exist (NumRows == 0)
Jun 19 12:57:07 - 127.0.0.1 - INFO - Status set to "ready" for server '127.0.0.1'
Jun 21 19:10:57 - 127.0.0.1 - INFO - Status set to "ready" for server '127.0.0.1'
Jun 21 19:12:11 - 127.0.0.1 - ERROR - SessionManagement::authenticate - Authentication failed for "alex"
Jun 21 19:12:11 - 127.0.0.1 - ERROR - SessionManagement::authenticate - Authentication failed
Jun 21 19:12:11 - 127.0.0.1 - ERROR - (client/start) Authentication failed
Jun 21 19:12:11 - 127.0.0.1 - ERROR - (client/start) throw_response('auth_failed')
Jun 21 19:12:19 - 127.0.0.1 - ERROR - SessionManagement::authenticate - Authentication failed for "alex"
Jun 21 19:12:19 - 127.0.0.1 - ERROR - SessionManagement::authenticate - Authentication failed
Jun 21 19:12:19 - 127.0.0.1 - ERROR - (client/start) Authentication failed
Jun 21 19:12:19 - 127.0.0.1 - ERROR - (client/start) throw_response('auth_failed')
Jun 21 19:12:37 - 127.0.0.1 - INFO - (client/start) Creating new session for alex (1498061557nZ8yD)
Jun 21 19:12:41 - 127.0.0.1 - INFO - Session start : '1498061557nZ8yD'

```

apt-get.log

```

Jun 18 10:35:43 - 192.168.224.1 - INFO - TASK::refresh for task jEX9imMT on server 127.0.0.1 is now finished
Jun 18 10:35:44 - 192.168.224.1 - WARNING - TASK::refresh for task cdm6XDQ on server 127.0.0.1 is in progress
Jun 18 10:35:51 - 192.168.224.1 - ERROR - TASK::refresh for task YBjNgbyj on server 127.0.0.1 returned an error
Jun 18 10:35:51 - 192.168.224.1 - INFO - TASK::refresh for task jEX9imMT on server 127.0.0.1 is now finished
Jun 18 10:35:52 - 192.168.224.1 - WARNING - TASK::refresh for task cdm6XDQ on server 127.0.0.1 is in progress
Jun 18 10:35:55 - 192.168.224.1 - ERROR - TASK::refresh for task YBjNgbyj on server 127.0.0.1 returned an error
Jun 18 10:35:55 - 192.168.224.1 - INFO - TASK::refresh for task jEX9imMT on server 127.0.0.1 is now finished
Jun 18 10:35:55 - 192.168.224.1 - WARNING - TASK::refresh for task cdm6XDQ on server 127.0.0.1 is in progress

```

Рис. 2.33. Вигляд реєстру менеджера сесії

Таким чином, використання Ulteo OVD надало можливість отримати мобільний доступ до Scilab через Web-браузер.

Висновки до розділу 2

1. Для перенесення Scilab у середовище Web-браузера доцільним було здійснення кроскомпіляції його вихідних текстів у JavaScript за допомогою Emscripten. Основною метою використання Emscripten було створення мобільної версії Scilab, що виконується у середовищі Web-браузера. Нажаль, поточна версія Emscripten надає можливість кроскомпіляції лише консольної версії Scilab (Scilex), що є недоцільним у зв'язку з наявністю таких розробок, описаних у п. 1.2. Перенесення графічного інтерфейсу Scilab (WScilex) є неможливим через відсутність підтримки необхідних бібліотек Windows GUI.

2. Для досягнення мети роботи було використано технологію віртуалізації

програмного забезпечення за допомогою відкритої системи Ulteo Open Virtual Desktop. У середовищі віртуальної машини було налаштовано приватну хмару та сервер мобільного доступу до Scilab із графічним інтерфейсом, виконано тестування мобільного доступу до Scilab.

ВИСНОВКИ

1. Поширення мобільних пристроїв створює умови для їх повсюдного використання у всіх сферах людської діяльності, зокрема – інженерної. Сьогодні провідним обчислювальним засобом сучасного інженера є комп'ютерні математичні системи, що надають доступ як до обчислювального ядра, так й до засобів візуалізації результатів обчислень. Нами було прийнято рішення розробити та налаштувати сервер мобільного доступу до системи комп'ютерної математики Scilab із графічним інтерфейсом. На основі порівняльного аналізу існуючих мобільних версій системи Scilab визначені вимоги до програмного забезпечення мобільного доступу до Scilab:

а) використання стандартного Web-клієнту (можливо, із додатковими модулями Java, Flash, Silverlight);

б) доступність повнофункціонального графічного інтерфейсу.

2. Для задоволення першої вимоги доцільним є використання Emscripten для кроскомпіляції вихідних текстів мовою C++ або біткоду LLVM у JavaScript. За допомогою Emscripten можливе створення консольної мобільної версії Scilab, що виконується у середовищі Web-браузера. Реалізація існуючого графічного інтерфейсу Scilab (WScilex) є неможливим через відсутність у Emscripten підтримки необхідних бібліотек Windows GUI.

3. Для задоволення обох вимог були обрано засіб віртуалізації інтерфейсу користувача – систему Ulteo Open Virtual Desktop (OVD), що надає можливість утворенням приватної хмари. До переваг Ulteo OVD відносяться відкритий вихідний код, простоту використання, безпечність, надійність, масштабованість, легкість розгортання і адміністрування. Ulteo OVD підтримує повну інтеграцію з існуючими інфраструктурами, включаючи сервіси Microsoft. Додатки поставляються користувачеві у вигляді повного робочого столу або можуть бути інтегровані в робочий стіл користувача. Доступ можливий як з браузеру, так і зі спеціального клієнтського програмного забезпечення.

4. Для забезпечення мобільного доступу до Scilab із використанням Ulteo

OVD було створено портал, що надає можливість запуску повнофункціональної версії Scilab у середовищі Web-браузера та збереження результатів у хмарі та на локальному комп'ютері. На відміну від існуючих аналогів, розроблена мобільна версія Scilab надає доступ до системи імітаційного моделювання Xcos.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. CeCILL FREE SOFTWARE LICENSE AGREEMENT. Version 2.1 [Electronic resource]. – 2013-06-21. – Access mode : http://www.cecill.info/licences/Licence_CeCILL_V2.1-en.html
2. CoCalc - Collaborative Calculation in the Cloud [Electronic resource] / SageMath, Inc. – 2017. – Access mode : <https://cocalc.com/>
3. enpc.fr | Ecole des Ponts ParisTech [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу : <http://www.enpc.fr/>
4. GitHub - androportal/APL-apk: Aakash Programming Lab(APL). Provides programming environment for C, C++, Python and Scilab [Electronic resource]. – 6 Feb. 2013. – Access mode : <https://github.com/androportal/APL-apk>
5. GNUroot Debian – Програми Android у Google Play [Electronic resource] / Corbin Champion // Google Play / Google. – 30 березня 2017 року. – Access mode : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gnuroot.debian&hl=uk>
6. Home – Scilab [Electronic resource] / Scilab Enterprises S.A.S. – 2015. – Access mode : <http://www.scilab.org/>
7. Home | Scilab cloud [Electronic resource]. – 2013-04-09. – Access mode : <http://cloud.scilab.in/>
8. Inria - Inventors for the digital world [Електронний ресурс]. – [2017]. – Режим доступу : <https://www.inria.fr/en/>
9. Main – Emscripten 1.37.10 documentation [Electronic resource] / Emscripten Contributors. . – 2015. – Access mode : <http://kripken.github.io/emscripten-site/>
10. Scilab – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – 6 травня 2017. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Scilab>
11. Scilab is recognized as having educational value by the French Department of Education : Press Release [Electronic resource] / Scilab Enterprises S.A.S. – Rocquencourt, July 26th 2011. – Access mode : https://www.scilab.org/content/download/514/4351/file/CP_Scilab_26072011_en_g.pdf

12. Scilab on Aakash | Scilab.in [Electronic resource]. – [2012?]. – Access mode : <http://www.scilab.in/scilab-on-aakash>
13. Scilab takes off on its own [Electronic resource] // Inria - Inventors for the digital world. – 19/05/2009. – Access mode : <https://www.inria.fr/en/news/news-from-inria/scilab>
14. Scilab.io – Open Source Modeling, Simulation and Scientific Data Analysis [Electronic resource] / Scilab Enterprises S.A.S. – 2016. – Access mode : <http://scilab.io/>
15. Shiraishi K. Development of Web-based Computer Algebra System and its Application to Higher Education [Electronic resource] / Keiichi Shiraishi, Yoshiro Imai // Proceedings of The Fourth International Conference on Informatics & Applications, Takamatsu, Japan, 2015. – P. 115-120. – Access mode : http://www.academia.edu/14371617/Development_of_Web-based_Computer_Algebra_System_and_its_Application_to_Higher_Education
16. W3 Scilab [Electronic resource] / R. Sathish Kumar. – 2013-04-09. – Access mode : <https://sourceforge.net/projects/w3scilab/>
17. Web application – Scilab.io [Electronic resource] / Scilab Enterprises. – 2016. – Access mode : <https://scilab.io/services/development/web-application/>
18. Webinar: Application Development with Scilab = Scientific & Engineering Application: Scilab & Scilab Cloud : Webinar [Electronic resource] / Yann Debray, Paul Bignier ; Scilab. – 2016/09/08. – Access mode : <https://www.youtube.com/watch?v=MaPKnUIEwoY>
19. Модло Є. О. Використання десктопних програм у хмарному середовищі / Є. О. Модло // 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. – С. 39.
20. Модло Є. О. Компетентність бакалавра електромеханіки в моделюванні / Є. О. Модло // Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія: Педагогіка і психологія. – 2015. – № 1 (9). – С. 17-24.

21. Попель М. В. Хмарний сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті [Електронний ресурс] / Попель Майя Володимирівна ; Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2017. – 24 с. – Режим доступу : http://lib.iitta.gov.ua/706346/2/Popel_aref.pdf
22. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті [Електронний ресурс] / Словак Катерина Іванівна ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України. – К., 2017. – 21 с. – Режим доступу : http://lib.iitta.gov.ua/357/1/Автореферат_Словак_К.pdf
23. Шокалюк С. В. Методичні засади комп'ютеризації самостійної роботи старшокласників у процесі вивчення програмного забезпечення математичного призначення : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) [Електронний ресурс] / Шокалюк Світлана Вікторівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2010. – 21 с. – Режим доступу : http://lib.iitta.gov.ua/704169/3/aref_ksv.pdf