

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

# ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи  
для студентів спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія»

Обговорено і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
інформаційних та комп’ютерних  
систем  
*Протокол № 1*  
*від 30 вересня 2022 р.*

Чернігів НУЧП 2022

Інженерія програмного забезпечення. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи для студентів спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія». / Укл.: Пріла О.А., , Базилевич В.М., Андрущенко Р.Б., Чорноног О.А. – Чернігів: НУЧП, 2022. – \_\_\_ с., укр. мовою.

Укладачі: ПРІЛА ОЛЬГА АНАТОЛІЇВНА, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних та комп'ютерних систем  
БАЗИЛЕВИЧ ВОЛОДИМИР МАРКОВИЧ, завідувач кафедри інформаційних та комп'ютерних систем Національний університет “Чернігівська політехніка”, кандидат економічних наук, доцент  
АНДРУЩЕНКО РОМАН БОГДАНОВИЧ, асистент кафедри інформаційних та комп'ютерних систем  
ЧОРНОНОГ ОЛЬГА АНАТОЛІЇВНА, асистент кафедри інформаційних та комп'ютерних систем

Відповідальний за випуск: БАЗИЛЕВИЧ ВОЛОДИМИР МАРКОВИЧ, завідувач кафедри інформаційних та комп'ютерних систем Національний університет “Чернігівська політехніка”, кандидат економічних наук, доцент

Рецензент: КАЗИМИР ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних та комп'ютерних систем

## Зміст

ВСТУП .....	4
1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 ВСТАНОВЛЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ СЕРВЕРА GIT .....	5
1.1 Мета роботи .....	5
1.2 Теоретичні відомості .....	5
Системи контролю версій.....	5
Види систем контролю версій.....	6
Система контролю версій Git.....	9
Встановлення та налаштування Git-клієнта .....	10
Робота з Git-клієнтом .....	11
Налаштування віддаленого SSH-доступу до репозиторію.....	15
Налаштування HTTP- та Smart HTTP-доступу до репозиторію.....	17
Налаштування веб-доступу на перегляд вмісту репозиторіїв за допомогою Gitweb .....	21
1.3 Порядок виконання роботи .....	21
1.4 Завдання для самостійної роботи .....	22
1.5 Структура звіту.....	22
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ МОДУЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕКИ JUnit .....	23
2.1 Мета роботи .....	23
2.2 Теоретичні відомості .....	23
2.3 Порядок виконання роботи .....	27
2.4 Структура звіту.....	28
3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ПРОЕКТІВ (Apache Maven) .....	29
3.1 Мета роботи .....	29
3.2 Теоретичні відомості .....	29
3.3 Порядок виконання роботи .....	37
3.4 Завдання для самостійної роботи .....	40
3.5 Структура звіту.....	42
4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ТЕСТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ- ЗАСТОСУВАННЯ .....	43
4.1 Мета роботи .....	43
4.2 Теоретичні відомості .....	43
4.3 Порядок виконання роботи .....	44
4.4 Завдання для самостійної роботи .....	50
4.5 Структура звіту.....	50

5	ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕРСІЯМИ БАЗ ДАНИХ	51
---	---	----

## Вступ

Курс «Інженерія програмного забезпечення» присвячено вивченню методологій, принципів та технологій підтримки й оптимізації розробки якісного програмного забезпечення та управління програмними проектами.

У методичних вказівках розглядаються базові теоретичні принципи та практичні аспекти адміністрування та використання систем підтримки командної розробки великих програмних проектів, а саме: систем управління проектами, розподілених систем управління версіями документів, інструментів автоматизованого тестування (модульного, інтеграційного та тестування навантаження), систем автоматизації зборки програмного забезпечення, систем неперервної інтеграції та систем керування версіями баз даних.

Засоби, що розглядаються, орієнтовані на використання agile-принципів розробки програмного забезпечення. Методичні вказівки орієнтовані на використання вільного програмного забезпечення.

Методичні вказівки можуть використовуватися при вивченні таких дисциплін як «Технології прикладного програмування», «Web-програмування та дизайн», «Технології проектування програмних систем» та ін. з метою налаштування та використання інфраструктури для командної розробки програмних проектів.

# **1 Лабораторна робота № 1**

## **Встановлення та налаштування сервера git**

### **1.1 Мета роботи**

Дослідження архітектури, синтаксису та принципів роботи з розподіленими системами керування версіями документів на прикладі git.

Створення та налаштування серверу git-репозиторію.

### **1.2 Теоретичні відомості**

#### **СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ**

Системи контролю версій – програмне забезпечення, що допомагає керувати змінами в програмному проєкті. Система контролю версій відстежує будь-які модифікації проєкту та зберігає їх у спеціальній базі даних таким чином, щоб у будь-який момент можна було:

- переглянути історію змін
- дізнатись дату/час та автора, який вніс відповідні зміни в проєкт
- переглянути старі версії проєкту
- відмінити будь-які зміни, які, наприклад, привели до помилок, повернувшись до більш старої версії проєкту
- зберігати декілька паралельних версій проєкту
- проводити злиття декількох паралельних версій проєкту
- інтегрувати системи контролю версій з іншим програмним забезпеченням для зменшення впливу людського фактору на процеси розгортання проєкту і т.д.

Системи контролю версій відіграють дуже важливу роль у командній розробці. Розробники зазвичай працюють в командах, постійно доповнюють, модифікують код проєкту, який в свою чергу організовується у файловій системі у вигляді дерева папок з файлами. Члени команди розробки можуть працювати *одночасно* над різними функціями проєкту, або одночасно як і над новими функціями, так і над виправленням помилок в поточній версії проєкту. Внесення змін в цьому разі, очевидно, призводить до змін файлів проєкту та змін до дерева каталогів проєкту.

Одночасна робота над проєктом іноді призводить до конфліктів рішень, оскільки зміни, внесені декількома учасниками, можуть бути не сумісними одна з одною. Система контролю версій допомагає вирішувати подібні проблеми, відстежуючи кожен змін кожного учасника, надаючи інструменти відстеження та виправлення конфліктів. Проблеми несумісності рішень необхідно виявляти та вирішувати впорядкова-

но, не блокуючи робіт інших команд. Крім того, будь-яка зміна в робочий проект може призвести до нових помилок, тому не можна відразу публікувати нову версію програмного забезпечення до тих пір, поки вона не буде ретельно перевірена. Тому процеси тестування та розробки програмного забезпечення відбуваються паралельно, поки нова версія не буде відшліфована.

Системи контролю версій при правильному використанні забезпечують плавний і безперервний потік змін до коду від декількох учасників проекту, не блокуючи один одного.

Якщо при розробці проекту не використовувати системи контролю версій, то це може призвести до наступних проблем:

- втрата інформації: хто, коли і як вніс відповідні зміни в проект
- внесення конфліктуючих змін, які призводять до а) блокування подальшої розробки; б) неправильної роботи відразу декількох функцій проекту, зміни до яких конфліктують
- складності відстеження причин, які призвели до помилок в програмному забезпечення
- наявності декількох реалізацій функції програмного забезпечення у файлах проекту, коли робочою є лише одна із них, а всі інші тільки нагромаджують код проекту роблячи його менш зрозумілим і т.д.

### Види систем контролю версій

Системи контролю версій можна умовно поділити на наступні категорії:

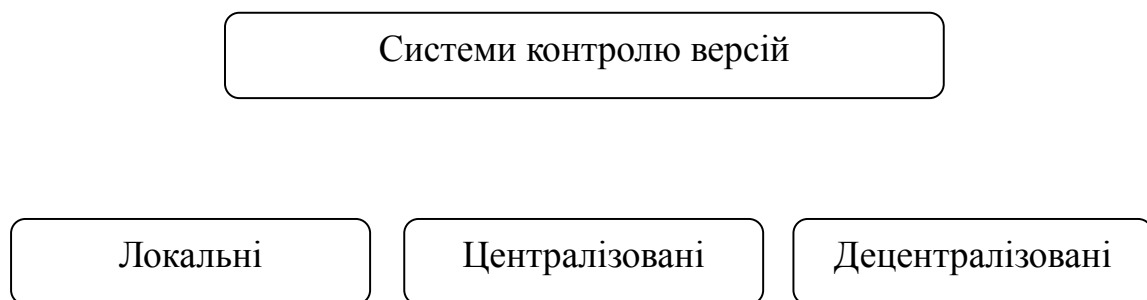


Рисунок 1.1 – Категорій систем контролю версій

Найпростішим способом контролю версій є копіювання файлів з приписом версії до каталогу з цими файлами або до самих файлів. Наприклад: «Звіт1», «Звіт2», «Звіт\_фінальний\_1» і т.д. Однак такий спосіб не є автоматизованим та призводить до багатьох помилок. Типовим рішенням в даному випадку є використання локальної системи контролю

версії, яка використовує спеціальну локальну базу даних з версіями файлів.

Типовим представником такої системи контролю версій є система Revision Control System – RCS (<https://www.gnu.org/software/rcs/>)

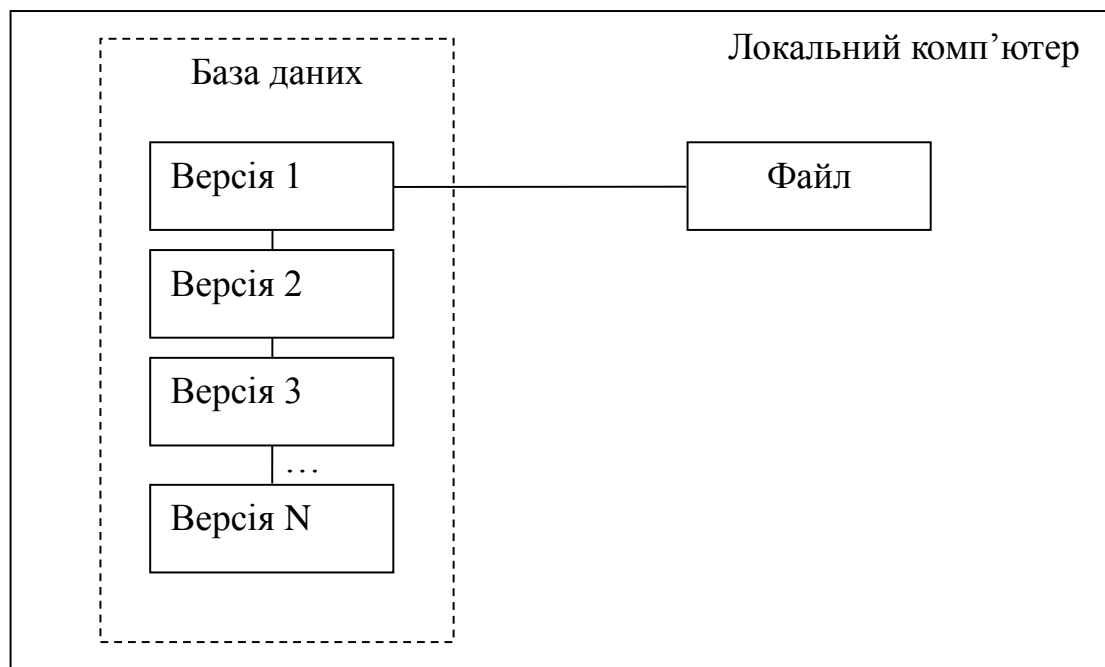


Рисунок 1.2 – Локальна система контролю версій

Локальні системи контролю версій вирішують питання управління версіями проекту, однак вони не вирішують проблему організації командної розробки, а саме – проблему одночасної роботи над проектом декількох розробників. Тому наступною віхою розвитку систем контролю версій стали централізовані системи управління версіями (CVCS).

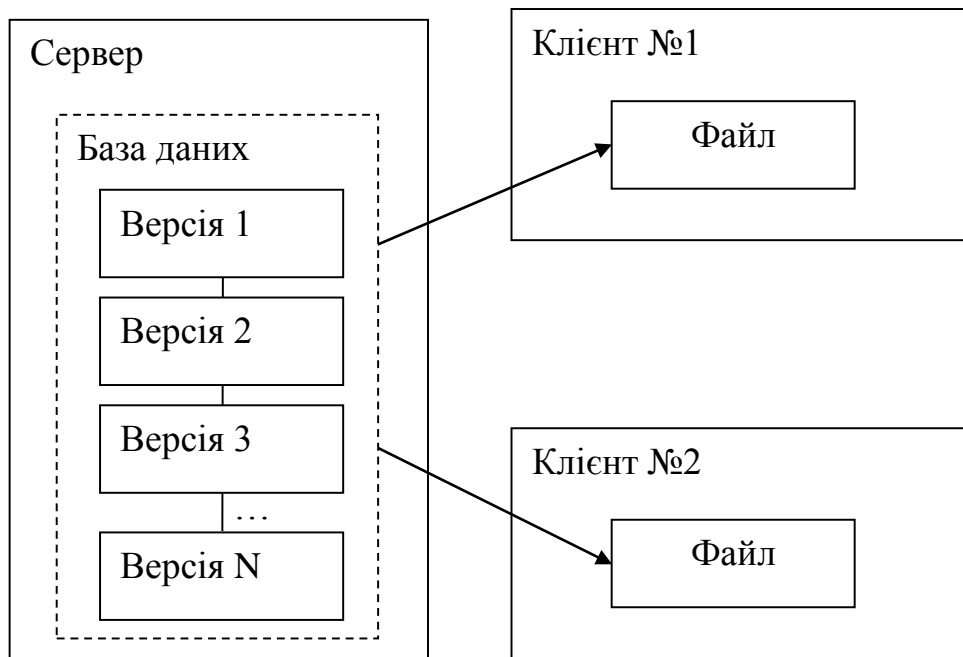


Рисунок 1.3 – Централізована система контролю версій

Централізовані системи контролю версій мають єдиний сервер з файлами проекту та декілька клієнтів, які можуть завантажувати файли з серверу і працювати над ними паралельно. Протягом багатьох років CVS були де-факто стандартом розробки програмного забезпечення. Прикладом централізованої систем контролю версій є Apache Subversion (<https://subversion.apache.org/>).

Централізовані системи контролю версій мають переваги над локальними системами контролю версій:

- всі учасники розробки знають про зміни, які вносять інші учасники;
- адміністратори системи мають широкі можливості налаштування системи, починаючи від способу внесення змін, закінчуючи безпекою та правами доступу.

Недоліком централізованої системи контролю версій є наявність очевидної точки відмови – централізованого серверу. Якщо по тій чи іншій причині сервер не буде працювати, або щось станеться з носіями/базою даних на сервері, то виникає час простою, коли жоден учасник системи не може зберегти зміни в проект. Більш того, у разі відсутності резервних копій, є вірогідність повної втрати даних.

Даних недоліків позбавлені децентралізовані системи контролю версій (DVCS). Основна відмінність таких систем у тому, що клієнти завантажують з серверу не файли проекту, а віддзеркалюють всю базу даних серверу. По-суті кожен клієнт може замінити собою центральний сервер у разі потреби.



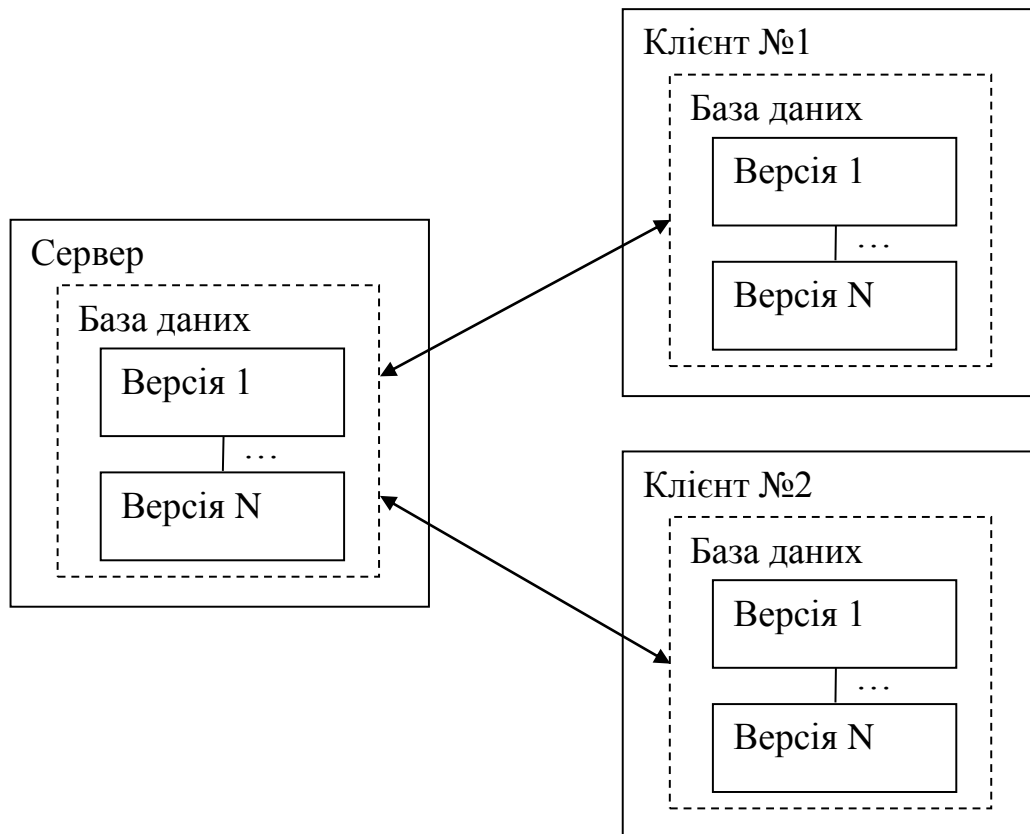


Рисунок 1.4 – Децентралізована система контролю версій

#### СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ GIT

Git (<https://git-scm.com/>) – децентралізована система контролю версій. На даний час одна з найбільш розповсюджених. Популярності даній системі також додають зручні хостинг-сервіси, такі як GitHub, Bitbucket.

Git вміє працювати з чотирма протоколами передачі даних: локальний, SSH, Git та HTTP(S).

1) При використанні локального протоколу репозиторієм виступає інший каталог на диску.

2) SSH – при використанні даного протоколу, репозиторій зберігається на віддаленому сервері, до якого є SSH-доступ.

3) HTTP(S) – дозволяє розміщувати репозиторії проектів на звичайних HTTP(S) веб-серверах.

4) Git-протокол – спеціально розроблений протокол, найшвидший з доступних протоколів. Недоліком Git-протоколу є відсутність аутентифікації. Зазвичай він використовується в парі з SSH-протоколом. Крім того, git-протокол складніший у налаштуванні, у порівнянні з іншими протоколами.

## ВСТАНОВЛЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ GIT-КЛІЄНТА

Команди наведені далі для операційної системи Ubuntu 18.04 LTS x64.

Найпростіший спосіб встановлення Git – зі стандартного репозиторію:

```
$ sudo apt-get install git
```

Починаючи з Ubuntu версії 16.04 замість apt-get можна використовувати команду apt, тобто:

```
$ sudo apt install git
```

Далі необхідно вказати глобальні налаштування, а саме – дані автора, від імені якого будуть вноситись зміни в проекти за замовчуванням.

Конфігурація відбувається за допомогою інструменту `git config`. У якості даних конфігурації можуть виступати:

- 1) Глобальний конфігураційний файл `/etc/gitconfig`
- 2) Конфігураційний файл поточного користувача `~/.gitconfig`
- 3) Локальний конфігураційний файл `.git/config`

Отже, по-перше необхідно встановити дані поточного користувача, від імені якого будуть вноситись зміни в бази даних Git:

```
$ git config --global user.name "John Smith"  
$ git config --global user.email john@stu.cn.ua
```

Наступним важливим налаштуванням є вибір текстового редактору за замовчуванням. Текстовий редактор буде викликатись кожного разу, коли системі Git необхідно отримати від користувача інформацію – наприклад, коментар до коміту, перегляд даних і т.д.

```
git config --global core.editor nano
```

Тут `nano` – ім'я текстового редактору, який можна викликати з командного рядка за допомогою команди:

```
$ nano
```

Замість `nano` (<https://www.nano-editor.org/>) можна використовувати будь-який інший текстовий редактор, наприклад `vim`.

Також рекомендується вказати інструмент порівняння файлів (`diff tool`), який буде використовуватись для перегляду різниці між різними версіями файлів:

```
$ git config --global merge.tool meld
```

Тут **meld** – назва інструменту порівняння (<https://meldmerge.org/>)

Всі встановлені налаштування можна переглянути за допомогою команди:

```
git config -list
```

Якщо необхідно отримати більш детальну інформацію про вище наведені або будь-які інші команди Git, то це можна зробити за допомогою команд:

```
$ git help  
$ git help <command>  
$ man git-<command>
```

### РОБОТА З ГІТ-КЛІЄНТОМ

Внесення змін до проекту в Git відбувається в декілька етапів:

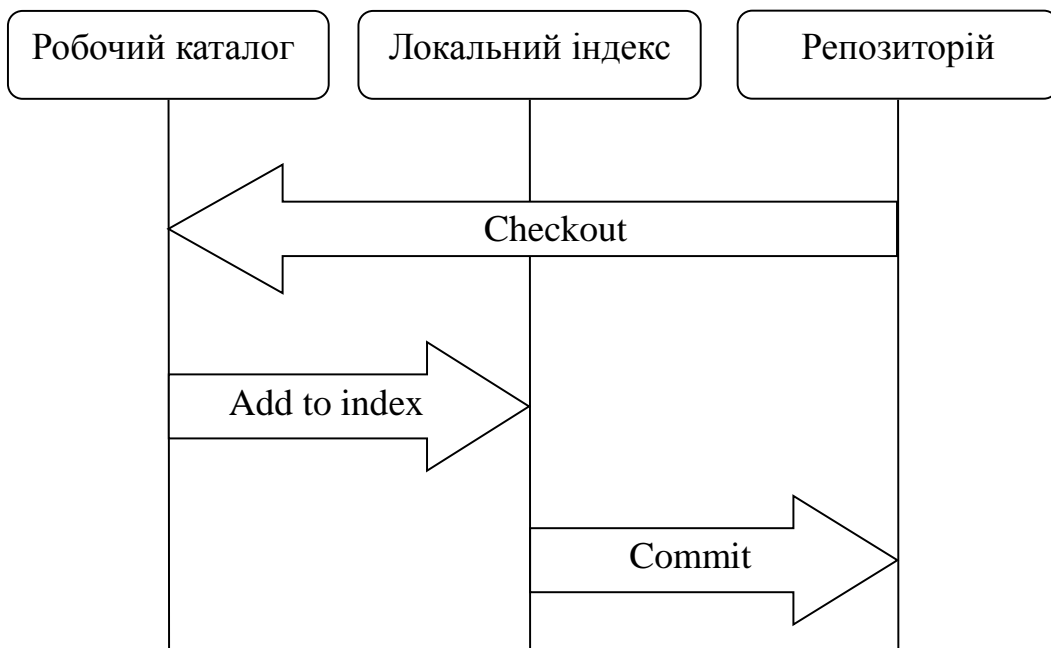


Рисунок 1.5 – Порядок внесення змін до проекту в системі Git

Для прикладу візьмемо готовий Git-репозиторій з GitHub: Google Robots.txt Parser and Matcher Library (<https://github.com/google/robotstxt>).

Для завантаження репозиторію необхідно виконати команду **clone**:

```
$ git clone https://github.com/google/robotstxt.git
```

В результаті виконання даної команди буде створено папку `robotstxt`, в якій будуть міститись вихідні коди проекту.

Альтернативою команди `clone` є створення чистого репозиторію та підключення до нього існуючого віддаленого репозиторію:

```
$ mkdir robotstxt-alt
$ cd robotstxt-alt
$ git init
Initialized empty Git repository in
/home/rom/robotstxt-alt/.git/
$ git remote add origin \
  https://github.com/google/robotstxt.git
$ git fetch origin
From https://github.com/google/robotstxt
 * [new branch]      master      -> origin/master
$ git checkout master
Branch 'master' set up to track remote branch 'master'
from 'origin'.
```

Розглянемо кожну команду більш детально:

1) **git init** – ініціалізація порожнього локального репозиторію.

2) **git remote add <remote-name> <path>** – додавання віддаленого репозиторію для відстеження змін. Тут ім'я **origin** – коротка назва віддаленого репозиторію. Ім'я **origin** – системне і зазвичай використовується для позначення будь-якого віддаленого репозиторію. Можна вказати будь-яке інше ім'я, але інші імена зазвичай використовують лише для позначення альтернативних віддалених репозиторіїв (дзеркал).

3) **git fetch <remote-name>** – завантажити вказаний віддалений репозиторій. Дані завантажуються, але не відображаються при цьому в локальному каталозі.

4) **git checkout <branch>** – перейти до вказаної гілки, після виконання даної команди, остання версія репозиторію зі вказаної гілки буде відображена в каталозі і тепер можна працювати з файлами проекту.

Гілки використовуються для ведення декількох паралельних версій, або для незалежного внесення змін декількома користувачами. За замовчуванням в репозиторії є гілка `master`, яка містить робочу актуальну останню версію проекту. В будь-який момент можна створити нову гілку від поточної:

```
$ git branch <new_branch_name>
$ git checkout <new_branch_name>
```

В результаті першої команди буде створена нова гілка, в результаті виконання другої команди, новостворена гілка стане поточною, тобто всі наступні коміти будуть вноситися саме в нову гілку. Переглянути назву поточної гілки можна за допомогою команд:

```
$ git branch  
$ git status
```

Для збереження змін в git використовуються команди `git add` та `git commit`. Команда `git add` додає файл в індекс, таким чином всі зміни, внесені в файл можуть бути збережені в коміт. Можна вважати команду `git add` підготовкою до коміту. Тобто, команда `git add` — це заява про намір внести зміни. А команда `git commit` — виконати цю заяву та зберегти внесені до файлу зміни в базу даних git. Поряд внесення змін такий:

- 1) Редагуємо потрібні файли проекту та зберігаємо їх (на цьому змінні збережені в файлах, але не збережені в базі даних git)

- 2) Додаємо всі файли, які були відредаговані, в індекс за допомогою команди `git add` (можна додавати не окремі файли, а відразу каталоги)

```
$ git add file1.txt file2.txt catalog1
```

- 3) Створюємо коміт за допомогою команди `git commit`.

```
$ git commit -m "Added file1, file2 and catalog1"
```

Коміт зберігається у поточній гілці та відповідає певним змінам в проекті. В одній гілці може бути безліч комітів. Все це дозволяє вести одночасно декілька паралельних версій проекту, а також в будь-який момент часу повернутись до потрібного коміту.

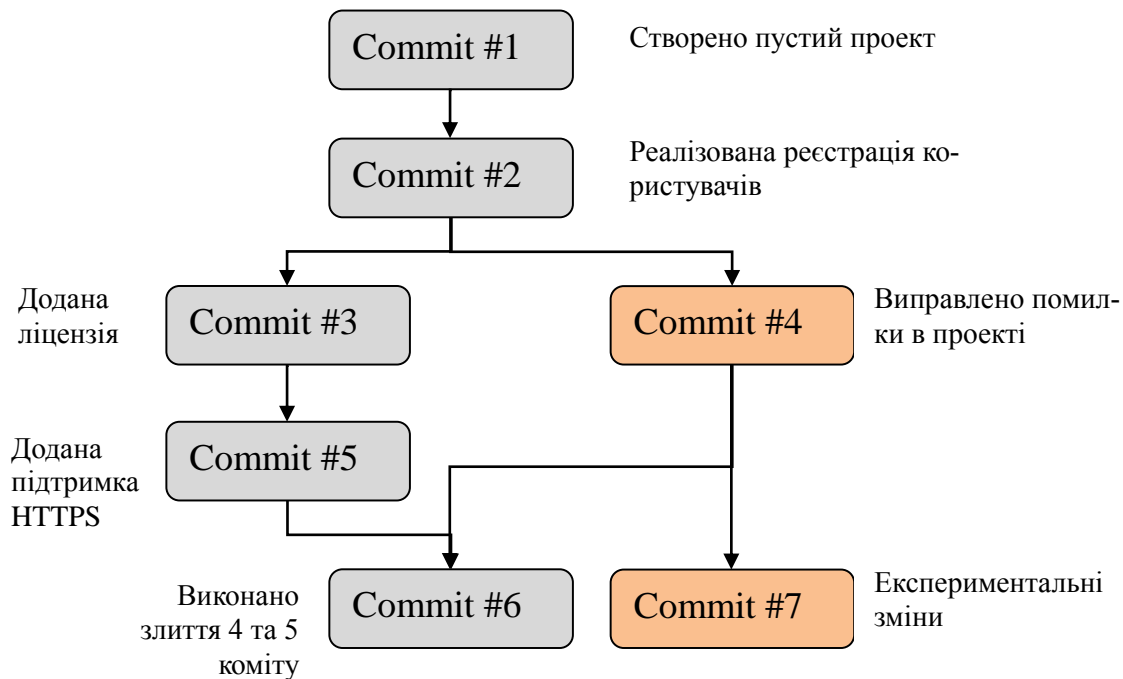


Рисунок 1.6 – Приклад історії комітів

Різними кольорами позначено різні гілки проекту. Коміти з різних гілок можуть бути включені до іншої гілки шляхом злиття (merge).

Щоб відправити гілку з комітами на віддалений репозиторій, необхідно виконати команду `git push` (необхідні права на запис):

```
$ git push <remote_repository_name> <branch_name>
```

Наприклад:

```
$ git push origin master
```

Перед виконанням команди `push` рекомендується спочатку завантажити останню версію гілки за допомогою `git fetch + git merge` або за допомогою `git pull` (яка є аналогом виконання відразу двох команд – `fetch` та `merge`). Тобто алгоритм відправки комітів з гілки `master` на віддалений репозиторій має бути наступним:

```
$ git fetch origin master  
$ git merge origin/master  
$ git push origin master
```

Тут: `git fetch` – завантажити з віддаленого репозиторію останню версію гілок, `git merge` – виконати злиття завантаженої гілки з локальною гілкою, `git push` – відправити локальну гілку на віддалений репозиторій.

## НАЛАШТУВАННЯ ВІДДАЛЕНОГО SSH-ДОСТУПУ ДО РЕПОЗИТОРІЮ

Див. <https://git-scm.com/book/en/v2/Git-on-the-Server-Setting-Up-the-Server>.

Gitosis – набір скриптів для управління файлом `authorized_keys` та організації контролю доступу до репозиторію. Для визначення налаштувань доступу до репозиторію та збереження ключей доступу користувачів використовується окремий Git-репозиторій.

Для встановлення Gitosis потрібна наявність встановлених `python-setuptools`:

```
$ aptitude install python-setuptools
```

Клонуємо та встановлюємо Gitosis з головного сайту проекту:

```
$ git clone git://eagain.net/gitosis.git
```

```
$ cd gitosis
```

```
$ sudo python setup.py install
```

Gitosis створює сховище репозиторіїв в директорії `/home/git`.

Gitosis автоматично керує публічними ключами для доступу до репозиторію, тому перемістимо файл `authorized_keys`, ключі розробників додамо пізніше:

```
$ mv /home/git/.ssh/authorized_keys /home/git/.ssh/ak.bak
```

Далі необхідно ініціалізувати Gitosis публічним ключем основного користувача:

```
$ sudo -H -u git gitosis-init < /tmp/id_dsa.pub
```

```
Initialized empty Git repository in /home/git/gitosis-admin.git/
```

```
Reinitialized existing Git repository in /home/git/gitosis-admin.git/
```

Це дозволить користувачу (із зазначеним публічним ключем) вносити зміни до головного Git-репозиторію для налаштування Gitosis. Необхідно налаштувати можливість виконання `post-update` скрипту:

```
$ sudo chmod 755 /home/git/gitosis-admin.git/hooks/post-update
```

Якщо все налаштовано вірно, можна отримати репозиторій управління доступом до Git-сервера, використовуючи `ssh`-доступ користувача, для якого був доданий публічний ключ при ініціалізації Gitosis.

```
# on your local computer
```

```
$ git clone git@gitserver:gitosis-admin.git
```

Після копіювання репозиторію з'явиться каталог `gitosis-admin`. Файл `gitosis.conf` використовується для визначення користувачів, репозиторіїв проектів та прав доступу до них. Директорія `keydir` використовується для зберігання публічних ключів всіх користувачів, які мають доступ до репозиторію.

Спочатку файл `gitosis.conf` містить інформацію лише для проекту `gitosis-admin`:

```
$ cat gitosis.conf
[gitosis]

[group gitosis-admin]
writable = gitosis-admin
members = git
```

Тобто git – єдиний користувач, який має доступ до репозиторію проекту gitosis-admin.

Наприклад, додамо новий проект. Створимо новий розділ mobile, в якому визначимо розробників команди та проекти, до яких розробники повинні мати доступ. Створимо новий проект iphone\_project. Змінимо вміст файлу gitosis.conf:

```
[group mobile]
writable = iphone_project
members = git
```

Після внесення змін до проекту gitosis-admin, необхідно зафіксувати зміни та надіслати зміни на сервер:

```
$ git commit -am 'add iphone_project and mobile group'
[master]: created 8962da8: "changed name"
1 files changed, 4 insertions(+), 0 deletions(-)
$ git push
Counting objects: 5, done.
Compressing objects: 100% (2/2), done.
Writing objects: 100% (3/3), 272 bytes, done.
Total 3 (delta 1), reused 0 (delta 0)
To git@gitserver:/home/git/gitosis-admin.git
fb27aec..8962da8 master -> master
```

Можна розпочати роботу з новим проектом iphone\_project, вказавши його як віддалений репозиторій для локальної копії проекту. Немає необхідності у створенні "чистої" копії репозиторію для нових проектів на сервері – Gitosis створює їх автоматично при першому відправленні змін до проекту (push).

```
$ git remote add origin
git@gitserver:iphone_project.git
$ git push origin master
Initialized empty Git repository in
/home/git/iphone_project.git/
Counting objects: 3, done.
Writing objects: 100% (3/3), 230 bytes, done.
Total 3 (delta 0), reused 0 (delta 0)
To git@gitserver:iphone_project.git
* [new branch] master -> master
```

Щоб надати доступ іншим користувачам до проекту, необхідно додати їхні публічні ключі до каталогу keydir.

```
$ cp /tmp/id_rsa.vasya.pub keydir/vasya.pub
$ cp /tmp/id_rsa.petya.pub keydir/petya.pub
```

Після цього можна додати нових користувачів до групи mobile для надання доступу (read/write) до проекту iphone\_project:



```
[group mobile]
writable = iphone_project
members = git vasya petya
```

Для надання користувачеві vasya доступу до проекту тільки на читання, необхідно змінити gitosis.conf:

```
[group mobile]
writable = iphone_project
members = git petya
```

```
[group mobile_ro]
readonly = iphone_project
members = vasya
```

Створимо групу mobile, наслідуючи всіх учасників групи mobile\_committers:

```
[group mobile_committers]
members = git vasya petya
```

```
[group mobile]
writable = iphone_project
members = @mobile_committers
```

Бажано також додати loglevel=DEBUG у розділі [gitosis].

## НАЛАШТУВАННЯ HTTP- ТА SMART HTTP-ДОСТУПУ ДО РЕПОЗИТОРІЮ

Розглянемо налаштування доступу до Git-репозиторію через протокол HTTP для Apache та Nginx.

1) Створюємо чистий (bare) репозиторій. Є два способи: або створити повністю пустий чистий репозиторій, або створити чистий репозиторій на базі існуючого. В першому випадку створюємо каталог та ініціюємо репозиторій наступним чином:

```
$ mkdir robotstxt && cd $_
$ git init --bare
```

В другому випадку клонуємо потрібний репозиторій з додатковим аргументом:

```
$ git clone --bare https://github.com/google/robotstxt
```

Каталог в результаті виконання даної команди буде створено автоматично та матиме назву «<ім'я репозиторію>.git».

2) Встановлюємо сервер Apache:

```
$ sudo apt-get install apache2 apache2-utils
```

3) Після успішного виконання команди з п.п.2 сервер має бути автоматично запущений (якщо не було конфліктів з іншими серверни-

ми за стосунками). Статус серверу можна перевірити за допомогою команди:

```
$ sudo systemctl status apache2
```

Щоб знову повернутися до терміналу після виконання даної команди, треба натиснути Q.

Також Apache прослуховує порт 80 та віддає у відповідь на HTTP GET-запит веб-сторінку за замовчуванням. Для перегляду достатньо в будь-якому веб-браузері перейти за адресою «127.0.0.1».

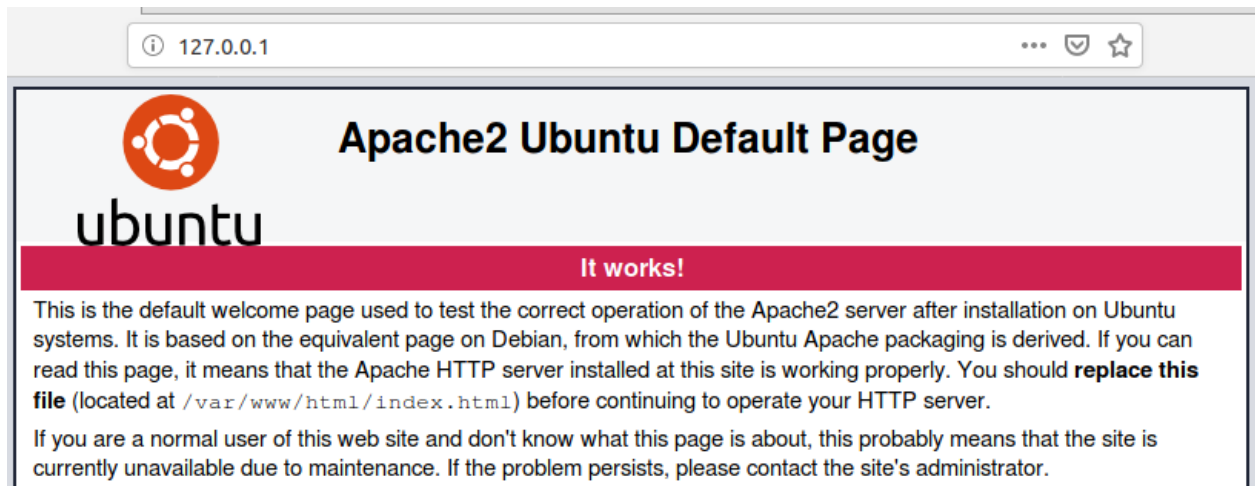


Рисунок 1.7 – Стандартна веб-сторінка веб-серверу Apache безпосередньо після встановлення пакету apache2

4) Вмикаємо необхідні додаткові модулі:

```
$ sudo a2enmod cgi alias env  
$ sudo systemctl restart apache2
```

3) Налаштовуємо доступ до каталогу з репозиторіями для серверу Apache:

```
$ sudo chgrp -R www-data <path_to_root_repository_dir>
```

4) Створюємо віртуальний хост. Наприклад, нехай всі git-репозиторії будуть розташовуватись на субдомени git.myserver.local:

- Редагуємо файл hosts:

```
$ sudo nano /etc/hosts
```

- Додаємо в кінець файлу рядки:

```
127.0.0.1 myserver.local  
127.0.0.1 git.myserver.local
```

Y

- Зберігаємо за допомогою комбінації клавіш CTRL+X, потім
- Створюємо файл конфігурації віртуального хосту:

```
git.conf $ sudo nano /etc/apache2/sites-available/001-
```

- Додаємо до файлу наступну конфігурацію:

```
combined <VirtualHost *:80>
          ServerName git.myserver.local
          DocumentRoot <path_to_repository_root_dir>
          ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log
          CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log
          </VirtualHost>
```

- Вмикаємо конфігурацію:

```
$ sudo a2ensite 001-git.conf
$ sudo systemctl restart apache2
```

- Додаємо в каталог репозиторіїв файл index.html з будь-яким вмістом та перевіряємо роботу, перейшовши в браузері за адресою git.myserver.local:

```
<html>
  <body>
    <h1>Hello, world!</h1>
  </body>
</html>
```

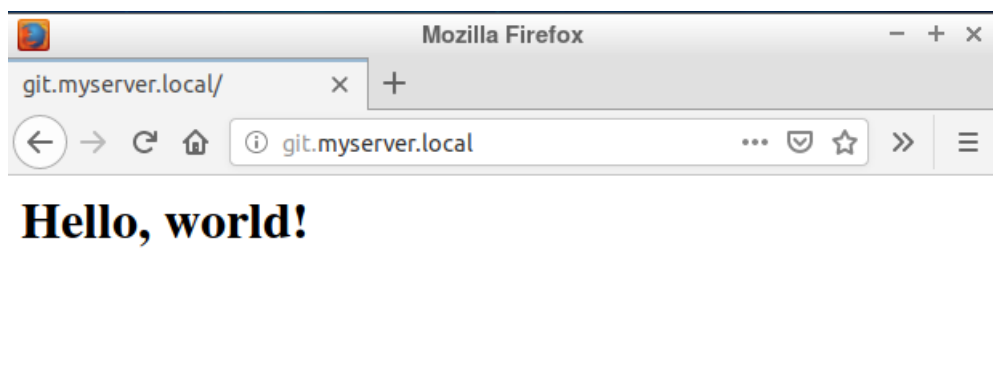


Рисунок 1.8 –Налаштований віртуальний хост

- 5) Знаходимо шлях до каталогу з бінарними файлами Git:

```
git --exec-path
```

6) Налаштовуємо протокол Smart HTTP шляхом редагування файлу конфігурації віртуального хосту:

```
$ cd /etc/apache2
$ sudo touch git.conf
```

До конфігурації додаємо налаштування змінних та задаємо пере-  
направлення на CGI-скрипт:

```
SetEnv GIT_PROJECT_ROOT <path_to_repository_root_dir>
SetEnv GIT_HTTP_EXPORT_ALL
ScriptAlias /projects/ <exec_path>
```

Тут: `path_to_repository_root_dir` – шлях до кореневого каталогу з Git-репозиторіями; `exec_path` – шлях, повернутий командою з п.п. 5.

7) Налаштовуємо стандартну HTTP-аутентифікацію для доступу до Git-репозиторіїв:

- Створюємо файл `htaccess` в кореневому каталозі з репозито-  
ріями:

```
$ htpasswd -c <path_to_repository_root>/.htpasswd
<username>
```

Потрібно буде ввести пароль для користувача `username`

- Далі редагуємо конфігурацію віртуального хосту:

```
<Files "git-http-backend">
    AuthType Basic
    AuthName "Git Access"
    AuthUserFile
<path_to_repository_root_dir>/.htpasswd
    Require expr !(%{QUERY_STRING} -strmatch
'*service=git-receive-pack*' || %{REQUEST_URI} =~ m#/git-
receive-pack$#)
    Require valid-user
</Files>
```

8) Перезавантажуємо Apache:

```
$ sudo systemctl restart apache2
```

9) Тепер до репозиторіїв є доступ через протокол HTTP та стан-  
дартну HTTP-аутентифікацію. Репозиторій можна клонувати, можна  
відправити локальні коміти на сервер і т.д. за допомогою звичних кліє-  
нтських команд: `git clone`, `git push` і т.д.

## НАЛАШТУВАННЯ ВЕБ-ДОСТУПУ НА ПЕРЕГЛЯД ВМІСТУ РЕПОЗИТОРІЇВ ЗА ДОПОМОГОЮ GITWEB

Налаштуємо веб-інтерфейс для відображення вмісту репозиторію з використанням GitWeb. Для цього необхідно отримати вихідний код GitWeb та згенерувати CGI-скрипт:

```
$ git clone git://git.kernel.org/pub/scm/git/git.git
$ cd git/
$ make GITWEB_PROJECTROOT="/home/git" \
    prefix=/usr gitweb/gitweb.cgi
$ sudo cp -Rf gitweb /var/www/
```

Змінна `GITWEB_PROJECTROOT` повинна вказувати на директорію, де потрібно шукати Git-репозиторії проєктів.

Необхідно, щоб Apache використовував CGI для цього скрипту. Додамо VirtualHost до конфігураційного файлу Apache:

```
<VirtualHost *:80>
    ServerName gitserver
    DocumentRoot /var/www/gitweb
    <Directory /var/www/gitweb>
        Options          ExecCGI          +FollowSymLinks
+SymLinksIfOwnerMatch
        AllowOverride All
        order allow,deny
        Allow from all
        AddHandler cgi-script cgi
        DirectoryIndex gitweb.cgi
    </Directory>
</VirtualHost>
```

За адресою `http://gitserver/` можна переглянути репозиторій проєкту, а вказуючи `http://git.gitserver` в якості шляху до репозиторію, можна копіювати репозиторій по протоколу HTTP.

Додаткова інформація щодо налаштування GitWeb наведена <https://git-scm.com/book/en/v2/Git-on-the-Server-GitWeb>.

### 1.3 Порядок виконання роботи

#### Вивчення клієнтської частини системи git.

- 1) Створити пустий git-репозиторій (створити локальний репозиторій проєкту на власній машині або створити репозиторій проєкту на публічному сервісі <https://github.com/>).
- 2) Налаштувати права доступу до репозиторію.
- 3) Виконати клонування репозиторію на клієнтську машину;
- 4) Додати файли будь-якого проєкту (наприклад, вихідний код будь-якого курсового проєкту) до локального репозиторію проєкту.

- 5) Виконати коміт, який включає всі додані файли проекту. За замовчуванням буде створена гілка master.
- 6) Відправити коміт з внесеними змінами на віддалений репозиторій.
- 7) Створити дві локальні гілки проекту та створити по одному додатковому коміту в цих гілках.
- 8) Виконати злиття змін, створених в гілках, в гілку master.
- 9) Переконайтесь в наявності змін на гілці master.
- 10) Внести на гілках проекту конфлікуючі зміни (таких, щоб при злитті змін в гілку master утворився конфлікт).
- 11) Виконати злиття змін, створених в гілках, в гілку master.
- 12) виправити конфлікт. Виконати додатковий коміт після виправлення конфлікту.
- 13) Відправити коміт з внесеними змінами на віддалений репозиторій.
- 14) Вивчити принцип роботи та перевірити виконання інших команд клієнту git.

#### **Налаштування серверної частини git.**

- 1) Встановити git.
- 2) Налаштувати read/write-доступ до репозиторіїв git для різних користувачів за допомогою протоколів ssh або http.
- 3) Налаштувати веб-доступ для перегляду вмісту репозиторію за допомогою Gitweb.
- 4) Перевірити виконання сесії клієнта (п. Вивчення клієнтської частини системи git) для створеного репозиторію.

#### **1.4 Завдання для самостійної роботи**

Ознайомитись із додатковим синтаксисом команд git (<https://git-scm.com/book/en/v2>).

#### **1.5 Структура звіту**

- навести результати виконання команд процесу створення git-репозиторія та надання доступу до нього;
- навести вміст основних конфігураційних файлів;
- навести результати виконання команд сесії роботи з git-репозиторієм.

## **2 Лабораторна робота №2**

### **Вивчення принципів модульного тестування з використанням бібліотеки JUnit**

#### **2.1 Мета роботи**

Навчитися розробляти Unit-тести з використанням інструментальної бібліотеки JUnit. Розробити тести для одного зі стандартних класів JDK.

#### **2.2 Теоретичні відомості**

Тестування програмного забезпечення – процес виявлення помилок в програмному забезпеченні. Виділяють види тестування згідно таких критеріїв:

- ступень ізольованості компонентів: модульне, інтеграційне, системне тестування;
- об'єкт тестування: функціональне, тестування навантаження, тестування інтерфейсу; тестування безпеки;
- наявність інформації про структуру та функціонування системи: тестування «чорного», «білого» ящика;
- час проведення: альфа-, бета-тестування, приймальне тестування, регрес тестування;
- ступінь автоматизації: ручне, автоматизоване, напівавтоматизоване;
- виконання кода: статичне та динамічне тестування.

Кінцевою метою будь-якого процесу тестування є забезпечення якості програмного забезпечення. При цьому жоден вид тестування не надає 100% гарантії працездатності програми.

Планування тестових сценаріїв має бути виконано таким чином, щоб перевірялися різні варіанти використання програми.

Модульне тестування передбачає перевірку працездатності найменших складових програми: зазвичай це окремий клас і його методи. У випадках, якщо при виконанні методів тестованого класу відбувається виклик методів стороннього класу, необхідно відокремити тестовані класи один від одного, замінити їх за допомогою mock-об'єктів, заглушок, імітацій. Наприклад, якщо тестується метод класу, який приймає ім'я і пароль користувача, а потім звертається до бази даних для перевірки правильності введених користувачем даних аутентифікації (інший клас), то потрібно замінити клас, який працює з реальними даними «імітацією», яка не виконує звернення до бази даних, а зберігає дані користувачів всередині самого класу. Імітація повинна бути досить проста, щоб не містити помилок - в іншому випадку говорити про модульному тестуванні не можна.

JUnit - популярний в даний час інструмент модульного тестування java-додатків. JUnit 4 заснований на використанні анотацій.

Наприклад, для тестування правильності виконання методів класу Calculator, необхідно створити наступний тестовий клас TestCalculator:

```
import org.junit.Test;
import static org.junit.Assert.*;

public class TestCalculator {

    public Calculator calculator;

    @Before
    public void prepareTestData() {
        calculator = new Calculator ();
        ...
    }

    @Before
    public void setupMocks() { ... }

    @After
    public void cleanupTestData() { ... }

    @BeforeClass
    public static void setupDatabaseConnection() { ... }

    @AfterClass
    public static void teardownDatabaseConnection() { ... }

    @Test
    public void testAdd() {
        assertEquals(4, calculator.add(1, 3) );
        assertEquals(2, calculator.add( -3, 5 ) );
        assertEquals(0, calculator.add(0, 0) );
        assertEquals(-10, calculator.add(-4, -6) );
        ...
    }

    @Test
    public void testDivide() {
        ....
    }

    @Test(expected=ArithmeticException.class)
    public void testDivisionByZero() {
        calculator.divide(4, 0);
    }
    ...
}
```



Рекомендується (але необов'язково) використання стандарту іменування тестового класу і його методів (префікс test).

Для позначення тестового методу використовується анотація `@Test`. Метод `assertEquals` перевіряє рівність очікуваного і отриманого значення. Інші подібні методи - `assertTrue`, `assertFalse`, `assertNull`, `assertNotNull`, `assertSame`.

Анотацією `@Before` позначають методи, які повинні бути запущені перед запуском кожного тестового методу, анотацією `@After` - після запуску кожного тестового методу відповідно. Якщо в тестовому класі визначено кілька методів з анотацією `@Before`, порядок запуску методів може бути довільним.

Анотаціями `@BeforeClass` і `@AfterClass` позначають методи, які повинні бути виконані до і відповідно після виконання всього набору тестів класу. Ці методи повинні бути оголошені як статичні.

Плани тестів повинні включати і «неправильні» варіанти використання системи, наприклад, неприпустимі вхідні параметри методу. Тестування того, що код коректно працює в виняткових ситуаціях, також важливо, як і тестування функціональності коду. Для тестування коректності роботи методу в виняткової ситуації необхідно оголосити очікуване виключення в анотації `@Test`.

Параметр `timeout` анотації `@Test` дозволяє вказати тимчасові обмеження виконання тестового методу:

```
@Test(timeout=5000)
public void testOperation() {    ...    }.
```

У деяких випадках потрібно відключення тестового методу класу. Для цього використовується анотація `@Ignore`. Як параметр бажано вказати текст повідомлення, яке буде виведено при запуску тестових методів класу.

```
@Ignore("Not running because <fill in a good reason here>")
```

```
@Test
public void testOperation(){    ...    }.
```

**Набір тестів можна визначити таким чином:**

```
@RunWith(value=Suite.class)
@SuiteClasses(value={CalculatorTest.class,
AnotherTest.class})
public class AllTests {
    ...
}
```

JUnit 4 вводить можливість визначення різних класів для запуску тестів. Анотація `@RunWith` визначає використання класу `Suite` для за-

пуску тестів. У свою чергу, анотація `@SuiteClasses` використовується класом `Suite` для визначення тестів, які входять в даний набір. При визначенні набору тестів допускається можливість використання методів, анотованих за допомогою `@BeforeClass` і `@AfterClass`, які будуть викликатися перед початком запуску всіх тестів і після виконання останнього тесту з набору відповідно. Таким чином, вона може змінювати необхідних параметрів відразу для цілого набору тестів.

Клас `Parameterized` бібліотеки `JUnit 4` дозволяє запускати одні і ті ж тести, але з різними наборами даних. Розглянемо це на прикладі. Нижче наведено приклад тесту для методу, який обчислює факторіал заданого числа `n`:

```
@RunWith(value=Parameterized.class)
public class TestFactorial {
    private long expected;
    private int value;
    @Parameters
    public static Collection data() {
        return Arrays.asList( new Object[][] {
            { 1, 0 },    // expected, value
            { 1, 1 },
            { 2, 2 },
            { 24, 4 },
            { 5040, 7 },
        });
    }
    public TestFactorial(long expected, int value) {
        this.expected = expected;
        this.value = value;
    }
    @Test
    public void factorial() {
        Calculator calculator = new Calculator();
        assertEquals(expected,
            calculator.factorial(value));
    }
}
```

Клас `Parameterized` запускає всі тести класу `FactorialTest` (в прикладі він тільки один), використовуючи при цьому дані методів, промаркованих анотацією `@Parameters`. В даному випадку маємо список з п'ятьма елементами. Кожен елемент містить масив, який буде використаний в якості аргументів конструктора класу `FactorialTest`. Тест `factorial()` використовує ці дані при виклику методу `assertEquals()`. Тест буде виконаний 5 разів з використанням наступних даних:

```
factorial#0: assertEquals(1,calculator.factorial(0));
```

```
factorial#1: assertEquals(1,calculator.factorial(1));
factorial#2: assertEquals(2,calculator.factorial(2));
factorial#3: assertEquals(24,calculator.factorial(4));
factorial#4:assertEquals(5040,calculator.factorial(7));
```

## 2.3 Порядок виконання роботи

Створити тестовий клас і тести для перевірки належного функціонування методів класу. Перевірки підлягають не менше 10 методів класу на вибір.

Класи для тестування вибираються відповідно таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вибір класу для тестування

Група 1		Група 2	
№ п/п	Клас	№ п/п	Клас
1	java.util.ArrayList	1	java.lang.Enum
2	java.lang.Byte	2	java.util.HashMap
3	java.io.BufferedReader	3	java.util.Scanner
4	java.math.BigInteger	4	java.util.Vector
5	java.text.BreakIterator	5	java.lang.Long
6	java.util.Arrays	6	java.io.FileOutputStream
7	java.lang.Boolean	7	java.util.LinkedList
8	java.io.BufferedWriter	8	java.io.ObjectInputStream
9	java.text.DecimalFormat	9	java.io.ObjectOutputStream
10	java.util.BitSet	10	java.util.LinkedHashSet
11	java.lang.Character	11	java.util.HashTable
12	java.io.DataInputStream	12	java.util.jar.Manifest
13	java.math.BigDecimal	13	java.lang.reflect.Constructor
14	java.text.SimpleDateFormat	14	java.util.jar.Attributes
15	java.util.Calendar	15	java.io.FileInputStream
16	java.util.StringTokenizer	16	java.lang.reflect.Method
17	java.lang.Double	17	java.math.BigDecimal
18	java.io.DataOutputStream	18	java.io.File
19	java.io.File	19	java.text.BreakIterator
20	java.util.HashSet	20	java.io.StringReader
21	java.lang.StringBuffer	21	java.lang.Float
22	java.util.Collections	22	java.util.PriorityQueue
Група 3		Група 4	
1	java.text.StringCharacterIterator	1	java.lang.Math
2	java.lang.String	2	java.io.DataOutputStream
3	java.lang.Math	3	java.io.StringReader
4	java.io.LineNumberReader	4	java.util.ArrayList
5	java.io.StringReader	5	java.util.Calendar

6	java.util.PriorityQueue	6	java.util.BitSet
7	java.util.Stack	7	java.util.Collections
8	java.lang.Integer	8	java.util.Stack
9	java.util.LinkedHashMap	9	java.lang.Double
10	java.lang.Float	10	java.io.BufferedWriter
11	java.lang.Short	11	java.util.Arrays
12	java.lang.reflect.Field	12	java.lang.Short
13	java.util.jar.Attributes	13	java.lang.String
14	java.util.Stack	14	java.lang.Short
15	java.util.PriorityQueue	15	java.lang.reflect.Field
16	java.util.LinkedHashMap	16	java.lang.Math
17	java.util.HashSet	17	java.lang.Integer
18	java.util.Collections	18	java.lang.reflect.Constructor
19	java.util.Calendar	19	java.lang.Double
20	java.util.BitSet	20	java.util.jar.Manifest
21	java.util.Arrays	21	java.lang.Byte
22	java.util.ArrayList	22	java.lang.Boolean
<b>Extra</b>			
1	java.text.StringCharacterIterator	8	java.io.StringReader
2	java.text.SimpleDateFormat	9	java.io.LineNumberReader
3	java.text.DecimalFormat	10	java.io.File
4	java.text.BreakIterator	11	java.io.DataOutputStream
5	java.lang.reflect.Method	12	java.io.DataInputStream
6	java.math.BigDecimal	13	java.io.BufferedWriter
7	java.lang.StringBuffer	14	java.io.BufferedReader

## 2.4 Структура звіту

- конфігурування середовища тестування;
- перелік та API методів класу, що підлягає тестуванню;
- листинги вихідного коду тестів (або посилання на тести);
- результати виконання тестів (скріншоти, консольний вивід);
- висновки.

### **3 Лабораторная работа №3**

#### **Системи автоматизованого збирання проектів (Apache Maven)**

##### **3.1 Мета роботи**

Вивчення циклу збирання проектів. Практичне застосування інструменту Maven.

##### **3.2 Теоретичні відомості**

Процес компіляції, тестування, збирання та розгортання проекту здійснюються неодноразово протягом усього життєвого циклу програмного забезпечення. Здійснювати цей процес вручну при великому числі вихідних файлів, з огляду на залежність між модулями проекту, а також залежно від сторонніх бібліотек, необхідних для компіляції, практично неможливо. Крім того, процес збирання проекту повинен відбуватися незалежно від середовища розробки. Цикл збирання також повинен включати етап тестування з генерацією відповідних звітів.

Процес створення готового дистрибутива програмного забезпечення також вимагає автоматизації, тому що існує величезна кількість форматів створюваних пакетів в залежності від операційної системи, платформи, дистрибутива і т.д.

Системи збирання проектів якраз і призначені для автоматизації вищевказаних процесів. Приклади подібних систем – Make, Autotools, Qmake, Cmake, Ant, Maven, Gradle.

Maven – не тільки інструмент збирання проектів, а й інструмент декларативного опису проекту. Maven вводить поняття об'єктної моделі проекту (Project Object Model – POM). За допомогою цієї моделі можна задати опис проекту, його унікальні ідентифікатори, визначити перелік залежностей та вказати деякі інші атрибути.

Використання подібної моделі має такі переваги.

1. Управління залежностями. Оскільки кожному проекту ставляться у відповідність унікальні координати (groupId:artifactId:version), то ці ж координати використовуються для визначення залежностей.

Можливість автоматичного пошуку та завантаження потрібних бібліотек-артефактів із віддалених репозиторіїв реалізовано завдяки унікальним координатам артефактів. Існує можливість організації власного репозиторію артефактів та відповідного налаштування репозиторію проекту.

2. Дистанційні репозиторії. Координати, що визначаються в POM-моделі, використовуються для індексування і пошуку потрібних артефактів в maven-репозиторіях.

3. Стандартизація циклу збирання проекту. Модулі maven (плагіни) реалізують послідовність дій для різних фаз циклу збирання проєктів і організують цей процес відповідно до опису проєкту. Налаштування плагінів здійснюється також за допомогою декларативного конфігурування в POM-моделі проєкту.

4. Інтеграція з різними середовищами розробки.

Середовища розробки (IntelliJ, Eclipse) створюють свої власні файли проєктів, в яких зберігають інформацію про проєкт, причому для різних IDE ці файли різні. Maven стандартизує опис проєкту і дозволяє згенерувати файли проєкту для того чи іншого середовища розробки на основі моделі проєкту.

Плагін eclipse дозволяє виконати генерацію проєкту для середовища розробки eclipse. Налаштування плагіну можна додати в головний файл проєкту pom.xml.

```
<plugin>
  <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
  <artifactId>maven-eclipse-plugin</artifactId>
  <configuration>
    <downloadSources>true</downloadSources>
    <dependenciesAsLibraries>true</dependencies
AsLibraries>
    <useFullNames>false</useFullNames>
  </configuration>
</plugin>
```

Після виконання команди `mvn eclipse:eclipse`, maven створює файли проєкту, які необхідні для роботи в середовищі розробки eclipse. Для повної підтримки maven в Eclipse необхідно завантажити відповідний плагін, але для виконання даної лабораторної роботи це обов'язково.

5. Простий пошук і завантаження необхідних артефактів. Можливість автоматичного пошуку і завантаження потрібних бібліотек-артефактів з віддалених репозиторіїв завдяки унікальним ідентифікаторам, а також існує можливість організації власного сховища артефактів і налаштування репозиторіїв для проєкту.

Розробникам не потрібно згадувати кожну деталь конфігурації. Maven забезпечує стандарту поведінку за замовчуванням для проєктів; коли створюється проєкт. Maven ініціалізує відповідну стандартизовану структуру проєкту, а розробникам необхідно лише правильно розмістити файли вихідних кодів та ресурсів по каталогах.

В таблиці нижче показані значення каталогів за замовчуванням:

Таблиця 2.1

<b>Вихідні коди проєкту</b>	<b>./src/main/java</b>
-----------------------------	------------------------

<b>Тести</b>	<b>./src/tests</b>
<b>Ресурси</b>	<b>./src/main/resources</b>
<b>Зкомпільований байт-код</b>	<b>./target</b>

Maven можна встановити з бінарних пакетів, які поставляються з стандартного репозиторію Debian, Ubuntu. Для встановлення найактуальнішої версії необхідно зайти на сайт <https://maven.apache.org/> та дотримуючись інструкцій завантажити необхідні архіви.

Перевірка коректності встановлення:

```
$ mvn --version
Apache Maven 3.6.0
Maven home: /usr/share/maven
Java version: 11.0.4, vendor: Ubuntu, runtime:
/usr/lib/jvm/java-11-openjdk-amd64
Default locale: en_US, platform encoding: UTF-8
OS name: "linux", version: "5.0.0-27-generic",
arch: "amd64", family: "unix"
```

Створити новий проект можна двома шляхами:

- 1) Вручну
- 2) За допомогою готових шаблонів (archetypes)

У першому випадку необхідно створити конфігураційний POM-файл. Мінімальний вміст файлу наступний:

```
<project
  xmlns = "http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
  xmlns:xsi
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation
"http://maven.apache.org/POM/4.0.0
    http://maven.apache.org/xsd/maven-
4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
  <groupId>ua.cn.stu.lab2</groupId>
  <artifactId>lab2-maven</artifactId>
  <version>1.0</version>
</project>
```

Теги groupId, artifactId, version задають унікальний ідентифікатор проекту, який ще записують у наступному форматі:

```
groupId:artifactId:version
```

Після задання конфігурації необхідно створити структуру каталогів проекту згідно таблиці 2.1.

У другому випадку Maven автоматизує процес створення нового проекту. Наприклад, використаємо шаблон `maven-archetype-quickstart` (необхідний доступ до мережі Інтернет; також перший запуск даної команди може виконуватись тривалий час, оскільки Maven завантажує необхідні залежності до локального кешу):

```
$ mvn archetype:generate \
    -DgroupId=ua.cn.stu.lab2 -
DartifactId=lab2-maven \
    -DarchetypeArtifactId=maven-archetype-
quickstart \
    -DarchetypeVersion=1.4 -
DinteractiveMode=false
```

У разі успіху буде створено каталог `lab2-maven`, а в консолі буде виведено результат виконання команди: `build success`. Поточну конфігурацію можна переглянути, відкривши файл `pom.xml`:

```
$ cd lab2-maven && nano pom.xml
```

Поточна конфігурація:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance"

xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0
.0 http://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
  <groupId>ua.cn.stu.lab2</groupId>
  <artifactId>lab2-maven</artifactId>
  <version>1.0-SNAPSHOT</version>
  <name>lab2-maven</name>
  <url>http://www.example.com</url>
  <properties>
    <project.build.sourceEncoding>UTF-
8</project.build.sourceEncoding>
```



```

    <ma-
ven.compiler.source>1.7</maven.compiler.source>
    <ma-
ven.compiler.target>1.7</maven.compiler.target>
  </properties>
  <dependencies>
    <dependency>
      <groupId>junit</groupId>
      <artifactId>junit</artifactId>
      <version>4.11</version>
      <scope>test</scope>
    </dependency>
  </dependencies>
  <build>
    <pluginManagement>
      <plugins>
        <plugin>
          <artifactId>maven-clean-
plugin</artifactId>
          <version>3.1.0</version>
        </plugin>
        <plugin>
          <artifactId>maven-resources-
plugin</artifactId>
          <version>3.0.2</version>
        </plugin>
        <plugin>
          <artifactId>maven-compiler-
plugin</artifactId>
          <version>3.8.0</version>
        </plugin>
        <plugin>
          <artifactId>maven-jar-plugin</artifactId>
          <version>3.0.2</version>
        </plugin>
        <plugin>
          <artifactId>maven-install-
plugin</artifactId>
          <version>2.5.2</version>
        </plugin>
        <plugin>
          <artifactId>maven-deploy-
plugin</artifactId>
          <version>2.8.2</version>

```

```

    </plugin>
    <plugin>
      <artifactId>maven-site-
plugin</artifactId>
      <version>3.7.1</version>
    </plugin>
    <plugin>
      <artifactId>maven-project-info-reports-
plugin</artifactId>
      <version>3.0.0</version>
    </plugin>
  </plugins>
</pluginManagement>
</build>
</project>

```

Всі конфігурації Maven успадковуються від базової конфігурації Super POM. Конкретні конфігурації конкретних проектів наслідують базову конфігурацію і, таким чином, містять лише мінімально необхідну інформацію для збирання проекту, яка лише уточнює базову конфігурацію Super POM.

Для перегляду конфігурації Super POM необхідно виконати в каталозі проекту команду:

```
$ mvn help:effective-pom
```

### Життєвий цикл збирання проекту

Життєвий цикл – чітко визначена послідовність **фаз** (phases, див. таблицю 2.2), яка визначає порядок виконання **цілей** (goals), тобто певних задач, необхідних для збирання проекту. Фаза – це етап життєвого циклу. Наприклад, типовий життєвий цикл збирання проектів складається з наступної послідовності фаз.

Таблиця 2.2

Фаза	Пояснення
<b>prepare-resources</b>	Підготовка ресурсів проекту
<b>validate</b>	Валідація проекту на відповідність заданим правилам
<b>compile</b>	Компіляція вихідних кодів проекту в байт-код
<b>test</b>	Запуск тестів та генерація звіту за результатами тестування
<b>package</b>	Створення JAR/WAR файлів
<b>install</b>	Встановлення створеного на етапі package файлу на

	локальний або віддалений репозиторій
<b>deploy</b>	Встановлення фінального виконуваного JAR/WAR файлу на віддалений репозиторій

Повний список фаз та життєвих циклів можна переглянути за посиланням: <http://maven.apache.org/guides/introduction/introduction-to-the-lifecycle.html>.

Перед кожною фазою і після кожної фази існує можливість реєстрації цілей. Під час збирання проекту, процес проходить певну послідовність фаз і виконує цілі, які зареєстровані на кожній фазі. Наступні три стандартні життєві цикли в Maven існують за замовчуванням:

- clean
- default (or build)
- site

Ціль – це конкретна задача, пов’язана з процесом збирання проекту. Ціль може бути зареєстрована до певної фази (або навіть до декількох фаз). Однак, реєстрація цілі до певної фази не є обов’язковою. Ціль, яка не зв’язана з жодною фазою, може бути виконана поза життєвим циклом шляхом прямого виклику за назвою цілі. Порядок виконання залежить від порядку, в якому викликаються цілі та фази.

Далі розглянемо типові теги, які використовуються для конфігурації Maven.

Версія Java встановлюється за допомогою тегів properties:

```
<properties>
  <maven.compiler.source>1.7</maven.compiler.source>
  <maven.compiler.target>1.7</maven.compiler.target>
</properties>
```

Для того, щоб мати можливість вказати версію Java вище 7-ї, необхідно сконфігурувати версію плагіна maven-compiler-plugin:

```
<build>
  <pluginManagement>
    <plugins>
      <plugin>

<groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
```

```
        <artifactId>maven-compiler-  
plugin</artifactId>  
        <version>3.8.1</version>  
    </plugin>  
</plugins>  
</pluginManagement>  
</build>  
<properties>  
  
<maven.compiler.release>11</maven.compiler.release>  
</properties>
```

Залежності додаються до проекту за допомогою тегів `dependencies`:

```
<dependencies>  
    <dependency>  
        <groupId>junit</groupId>  
        <artifactId>junit</artifactId>  
        <version>4.12</version>  
        <scope>test</scope>  
    </dependency>  
</dependencies>
```

Додавання додаткових репозиторіїв, де Maven буде шукати залежності, бібліотеки та плагіни:

```
<repositories>  
    <repository>  
        <id>domain.name</id>  
  
<url>http://some.url.com/maven2/repository</url>  
    </repository>  
</repositories>
```

Maven виконує пошук залежностей у наступній послідовності:

- пошук в локальному сховищі; якщо залежність не знайдено, то відбувається перехід до наступного кроку;
- пошук у центральному репозиторії (maven central); якщо залежність не знайдено та додатково вказані інші віддалені репозиторії – то відбувається перехід до останнього кроку, інакше – пошук завершується помилкою;
- пошук у віддалених репозиторіях.

## Плагіни

Майже всі команди Maven є плагінами, в тому числі і типові цілі, які реєструються до певних фаз життєвого циклу збирання проекту. Всі задачі виконуються за допомогою плагінів, навіть найтипівіші з них, такі як build, package і т.д.

Отже, плагіни використовуються для будь-яких задач в рамках процесу збирання проектів за допомогою Maven:

- компіляція коду проекту
- запуск юніт-тестів
- створення документації
- створення JAR-файлів
- створення WAR-файлів
- генерація звітів

Кожен плагін зазвичай надає набір цілей, кожен з яких можна запустити, виконавши наступну команду:

```
$ mvn <назва_плагіну>:<назва_цілі>
```

Наприклад:

```
$ mvn compiler:compile
```

Список типових плагінів:

- clean
- compiler
- jar
- war
- javadoc

### **3.3 Порядок виконання роботи**

1. Встановити maven:

```
$ sudo apt-get install maven
```

Перевірити налаштування maven:

```
$ mvn -version
```

2. Збірка веб-застосування.

Сконфігурувати файл зборки веб-застосування (існуючого або створити новий проект – архетип maven-archetype-webapp (A simple Java web application) з включенням етапу автоматичного розгортання застосування на веб-сервері.

Для запуску створеного веб-застосування необхідно встановити tomcat:

```
$> aptitude install tomcat6 tomcat6-admin  
tomcat6-docs tomcat6-examples tomcat6-user
```

У файлі /etc/tomcat6/tomcat-users.xml задаємо пароль для користувача admin.

Після цього веб-застосування можна розгорнути на веб-сервері вручну. Для автоматизації розгортання, необхідно налаштувати плагін tomcat-maven-plugin:

```
<plugin>  
  <groupId>org.codehaus.mojo</groupId>  
  <artifactId>tomcat-maven-  
plugin</artifactId>  
  <configuration>  
  
    <url>http://localhost:8080/manager/html</url>  
    <server>mainId</server>  
  </configuration>  
</plugin>
```

Вказуємо адресу веб-сервера, де необхідно розгорнути веб-застосування.

Дані для авторизації на вказаному сервері необхідно записати у файлі /etc/maven2/settins.xml у розділі < servers >:

```
<server>  
  <id>mainId</id>  
  <username>admin</username>  
  <password>пароль</password>  
</server>
```

Для автоматичного розгортання необхідно виконати mvn tomcat:deploy, після чого веб-застосування буде доступно за відповідною адресою: [http://localhost:8080/назва\\_проекту](http://localhost:8080/назва_проекту).

3. Створення executable JAR-файл з використанням власних бібліотек-залежностей.

- 1) Зібрати проект з моделювання (або BuldoExample). Для цього потрібно зібрати та інсталювати в локальний репозиторій бібліотеку Simulation.
- 2) Для власного проекту встановити залежність від артефакту Simulation.
- 3) Для конфігурування файлу Manifest вказуємо налаштування пагіну maven-jar-plugin (визначаємо головний клас та задаємо динамічне формування змінної classpath)

```
<plugin>
```

```

        <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
        <artifactId>maven-jar-plugin</artifactId>
        <configuration>
            <archive>
                <manifest>

    <addClasspath>true</addClasspath>
                <classpathPrefix>lib/
</classpathPrefix>
                <mainClass>buldo0.Buldo0App
</mainClass>
            </manifest>
        </archive>
    </configuration>
</plugin>

```

Для автоматичного копіювання всієї бібліотек-залежностей проекту з локального репозиторію артефактів у заданий каталог (у даному випадку /lib) додаємо відповідні налаштування плагіну maven-dependency-plugin:

```

    <plugin>
        <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
        <artifactId>maven-dependency-
plugin</artifactId>
        <executions>
            <execution>
                <id>copy-dependencies</id>
                <phase>package</phase>
                <goals><goal>copy-
dependencies</goal></goals>
                <configuration>
                    <outputDirectory>target/lib
</outputDirectory>
                </configuration>
            </execution>
        </executions>
    </plugin>

```

4) Збираємо та запускаємо на виконання застосування:

```

mvn package
java -jar BuldoExample.jar

```

Замість ручного конфігурування для створення executable JAR-файл можна використовувати спеціальні плагіни maven-assembly-plugin / maven-shade-plugin.

Приклад використання плагіну maven-assembly-plugin:

```
<plugin>
  <artifactId>maven-assembly-
plugin</artifactId>
  <version>3.1.1</version>
  <configuration>
    <archive>
      <manifest>

<mainClass>{MAIN_CLASS}</mainClass>
      </manifest>
    </archive>
    <descriptorRefs>
      <descriptorRef>jar-with-
dependencies</descriptorRef>
    </descriptorRefs>
  </configuration>
</plugin>
```

Створення єдиного JAR-файлу з усіма залежностями в такому випадку:

```
$ mvn clean compile assembly:single
```

### 3.4 Завдання для самостійної роботи

1) Визначення області дії залежності (scope), транзитивних залежностей.

2) Додати документацію до проекту: описати у форматі Javadoc (<https://docs.oracle.com/javase/9/javadoc/javadoc.htm>) всі класи, публічні методи в проекті та їх аргументи. Згенерувати документацію у форматі HTML за допомогою Maven.

Для генерації документації використовується плагін javadoc (деталі конфігурації тут: <https://maven.apache.org/plugins/maven-javadoc-plugin/>):

```
<plugin>
```



```

        <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
        <artifactId>maven-javadoc-
plugin</artifactId>
        <version>3.1.1</version>
    </plugin>

```

Згенерувати документацію можна за допомогою однієї з наступних команд (залежить від конфігурації: перша команда, якщо генерація звітів була зконфігурована для життєвого циклу build, друга команда – для життєвого циклу site):

```

$ mvn javadoc:javadoc
$ mvn site

```

Результати у браузері:



Рисунок 2.1 – Результат генерації документації до проекту

3) Розгорнути власний maven-репозиторій артефактів (на базі Apache Archiva <https://archiva.apache.org/docs/2.2.5/adminguide/index.html> або ін. інструменту).

Налаштувати локальний репозиторій артефактів maven. Глобальні налаштування репозиторію в файлі /путь/к/maven2/settings.xml або локальні в pom.xml-файлі певного проекту. Наприклад, в розділі <profiles></profiles> додано репозиторій:

```

<profile>
<id>stuRepo</id>
<repositories>
<repository>
    <id>main</id>
    <name>StuRepository</name>

```

```
<url>http://devel.stu.cn.ua:8081/artifactor
y/repo/</url>
<layout>default</layout>
</repository>
<repository>
  <id>snapshots</id>
  <url>http://devel.stu.cn.ua:8081/artifactor
y/repo/</url>
  <releases>
    <enabled>>false</enabled>
  </releases>
</repository>
</repositories>
<pluginRepositories>
<pluginRepository>
  <id>central</id>
  <url>http://devel.stu.cn.ua:8081/artifactor
y/plugins-releases/</url>
  <snapshots>
    <enabled>>false</enabled>
  </snapshots>
</pluginRepository>
<pluginRepository>
  <id>snapshots</id>
  <url>http://devel.stu.cn.ua:8081/artifactor
y/plugins-snapshots/</url>
  <releases>
    <enabled>>false</enabled>
  </releases>
</pluginRepository>
</pluginRepositories>
</profile>
Активізуємо профайл:
<activeProfiles>
  <activeProfile>stuRepo</activeProfile>
</activeProfiles>
```

### **3.5 Структура звіту**

- зміст файлу глобальних налаштувань maven;
- зміст файлів pom.xml для кожного модуля web-застосування;
- результати виконання зборки проектів.

## **4 Лабораторна робота №4**

### **Тестування продуктивності веб-застосування**

#### **4.1 Мета роботи**

Дослідження принципів тестування продуктивності програмного забезпечення. Вивчення особливостей та практичне застосування кросплатформного інструменту тестування навантаження Apache Jmeter.

#### **4.2 Теоретичні відомості**

Тестування навантаження застосовується для аналізу параметрів продуктивності інформаційних систем для різних рівнів навантаження. Тестування навантаження – це автоматизоване тестування, що імітує роботу певної кількості користувачів на якомусь загальному (розподіленому) ресурсі. Моделювання навантаження відбувається за допомогою спеціальних продуктів та інструментів.

Для моделювання навантаження використовується поняття віртуального користувача. Керуючи кількістю віртуальних користувачів, тестувальник керує навантаженням на систему. Віртуальний користувач виконує типові операції в системі шляхом відтворення трафіку, який відправляється клієнтським додатком на сервер, в саме виконує скрипти, які посилають на сервер пакети у форматі протоколу, що використовується на стороні серверу застосування, наприклад, http, odbc, NSA та ін.

Основні показники продуктивності інформаційної системи, що вимірюються в ході тестування навантаження:

- Час відгуку (час виконання операції);
- Число операцій, що виконуються в одиницю часу (TPS - transactions per second).

Одним з термінів тестування навантаження є "крива деградації" – графік, що показує залежність продуктивності системи (наприклад, в одиницях часу відгуку) від робочого навантаження (наприклад, від числа віртуальних користувачів).

Основним результатом тестування навантаження є вимірювання продуктивності інформаційної системи, які можуть бути використані для локалізації вузьких місць і оптимізації продуктивності.

Тестування навантаження тісно пов'язане з тестуванням можливості обробки великих обсягів даних. Зростання бази даних сайту через кілька місяців, тим більше років, зазвичай виявляється значним, що потребує оцінки відповідних параметрів продуктивності системи.

Тестування масштабованості також пов'язане з тестуванням продуктивності та передбачає оцінку зростання продуктивності застосування при додаванні апаратних ресурсів (пам'ять, процесор і т.д.).

При тестуванні навантаження для кожної сторінки (для кожного сервісу, який надає додаток) потрібно визначити нижню межу часу відгуку. Необхідно враховувати розподіл параметру часу відгуку відповідно доби, а також частоти використання сервісів.

Критеріями успішності тестування навантаження є нефункціональні вимоги до продуктивності системи, які формулюються та документуються до початку розробки системи.

Одним із оптимальних підходів у використанні навантажувального тестування для оцінки продуктивності системи є тестування на ранніх стадіях розробки. Тестування застосування на ранніх стадіях готовності з метою визначення ефективності архітектурного рішення називається 'Proof-of-Concept' тестуванням.

### 4.3 Порядок виконання роботи

1. Розгортання веб-застосування на веб-сервері tomcat. Можливим є тестування веб-застосування, що розроблялося в межах курсового проєкту з дисципліни «Технології прикладного програмування» за минулий семестр.

Для розгортання веб-застосування встановити tomcat:

```
aptitude install tomcat6 tomcat6-admin tomcat6-docs
tomcat6-examples tomcat6-user
```

В файлі /etc/tomcat6/tomcat-users.xml створюємо роль для менеджера та користувача, у якого та сама роль:

```
<role rolename="manager"/>
<user username="manager" password="qwerty"
roles="manager"/>
```

Перезапускаємо веб-сервер tomcat:

```
sudo /etc/init.d/tomcat6 restart
```

Для запуску менеджера веб-застосувань tomcat необхідно за посиланням <http://127.0.1.1:8080/manager/html> авторизуватись під відповідним користувачем, що був створений раніше (user: «manager», pass : «qwerty»). Після чого з використанням графічного інтерфейсу менеджера веб-застосувань tomcat (рисунок 4.1) можна розгорнути відповідний war-файл застосування на сервері.

**Deploy**

Deploy directory or WAR file located on server

Context Path (required):

XML Configuration file URL:

WAR or Directory URL:

**WAR file to deploy**

Select WAR file to upload:

**Diagnostics**

Check to see if a web application has caused a memory leak on stop, reload or undeploy

This diagnostic check will trigger a full garbage collection. Use it with extreme caution on production systems.

**Server Information**

Tomcat Version	JVM Version	JVM Vendor	OS Name	OS Version	OS Architecture
Apache Tomcat/6.0.26	1.6.0_20-b20	Sun Microsystems Inc.	Linux	2.6.35-22-generic	i386

Copyright © 1999-2010, Apache Software Foundation

Рисунок 4.1 – Розгортання веб-застосування

## 1. Встановлення Apache Jmeter.

Додаткову інформацію щодо встановлення Apache Jmeter див. <https://jmeter.apache.org/usermanual/get-started.html>.

Завантажити пакет `jakarta-jmeter-2.4.tar.gz` можна з офіційного сайту [http://jakarta.apache.org/site/downloads/downloads\\_jmeter.cgi](http://jakarta.apache.org/site/downloads/downloads_jmeter.cgi). Розпакувати завантажений пакет та запустити Apache Jmeter за допомогою скрипта з каталогу `bin`:

```
$ ~/jakarta-jmeter-2.4$ ./bin/jmeter.sh
```

Інтерфейс Jmeter наведено на рисунку 4.2.

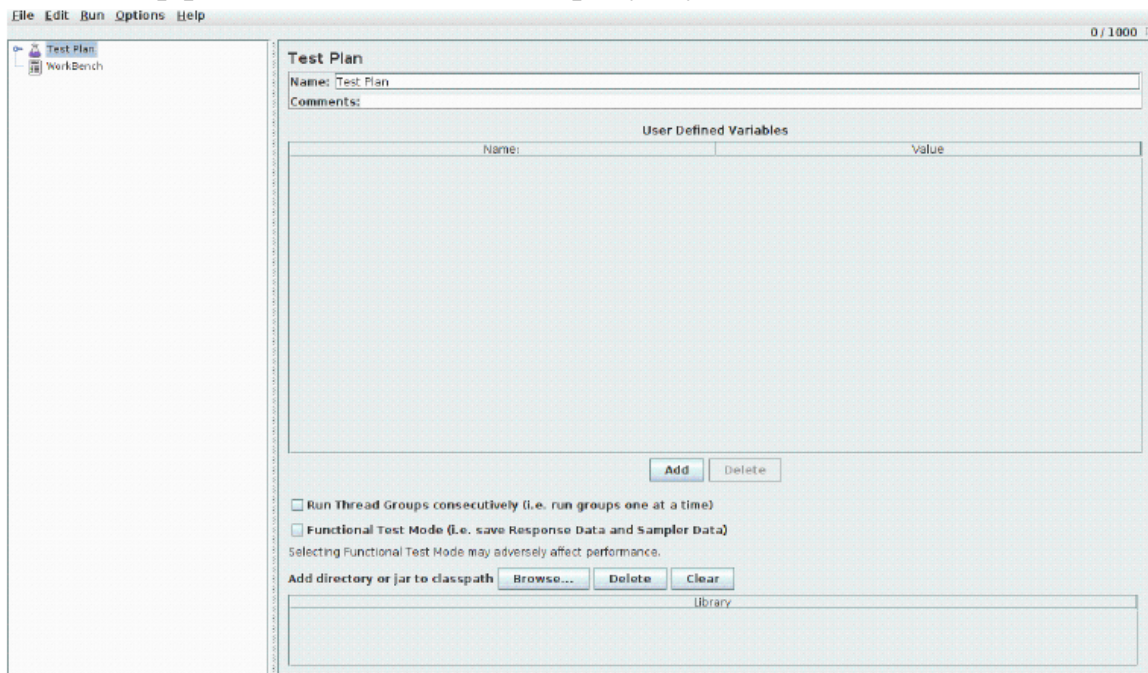


Рисунок 4.2 — Графічний інтерфейс Apache Jmeter

## 2. Тестування веб-застосування.

Додати в тестовий план елемент Thread Group. В Thread Group визначити кількість користувачів, які надсилають запити до відповідного веб-застосування, за який період часу вони надсилають запити та кількість запитів, які надсилає кожен користувач (рисунок 4.3). Для того, щоб додати Thread Group необхідно на Test Plan клікнути правою кнопкою миші та обрати пункт `Add --> ThreadGroup`.

Рисунок 4.3 — Значення за замовчуванням параметрів Thread Group

У полі Number of threads вказуємо кількість користувачів, які будуть звертатися на сервер. У наступному полі вказуємо затримки між початком кожного потоку. Наприклад, якщо ввести Ramp-Up period 5 секунд, JMeter завершить виконання запитів від усіх користувачів за час 5 секунд. Так, якщо ми маємо 5 користувачів і 5 секунд період, то затримка між початком нового потоку буде 1 секунда ( $5 \text{ користувачів} / 5 \text{ секунд} = 1 \text{ користувач в секунду}$ ). Якщо встановити значення 0, то JMeter відразу ж запустить усі потоки. Поле Loop Count вказує, скільки разів повторюватиметься тест.

Після визначення параметрів необхідно вказати запити, які виконуватимуть віртуальні користувачі. У Test Plan додаємо HTTP requests зі значеннями за замовчуванням Add->ConfigElement->HTTPRequestDefaults (рисунок 4.4).





Рисунок 4.5 — HTTP Request головної сторінки

Аналогічно додаємо інший HTTP Request, в полі Path вказуємо шлях до іншої сторінки.

Останнім кроком, який необхідно зробити, щоб розпочати тестування, є додавання слухачів (Listener) для обробки інформації від HTTP Request. Для цього додамо Graph Results (Add --> Listener --> Graph Results) та View Results Tree (Add --> Listener --> View Results Tree) (рисунок 4.6 та 4.7).

Після завершення тестування можна переглянути результат. На малюнку 4.8 наведено приклад тесту, на якому видно, що система не витримала навантаження, яке ми відправили. Можна детально подивитись вміст кожного пакета, а також приклад html сторінки, яку отримали у відповідь на запит та визначити причину негативної відповіді.



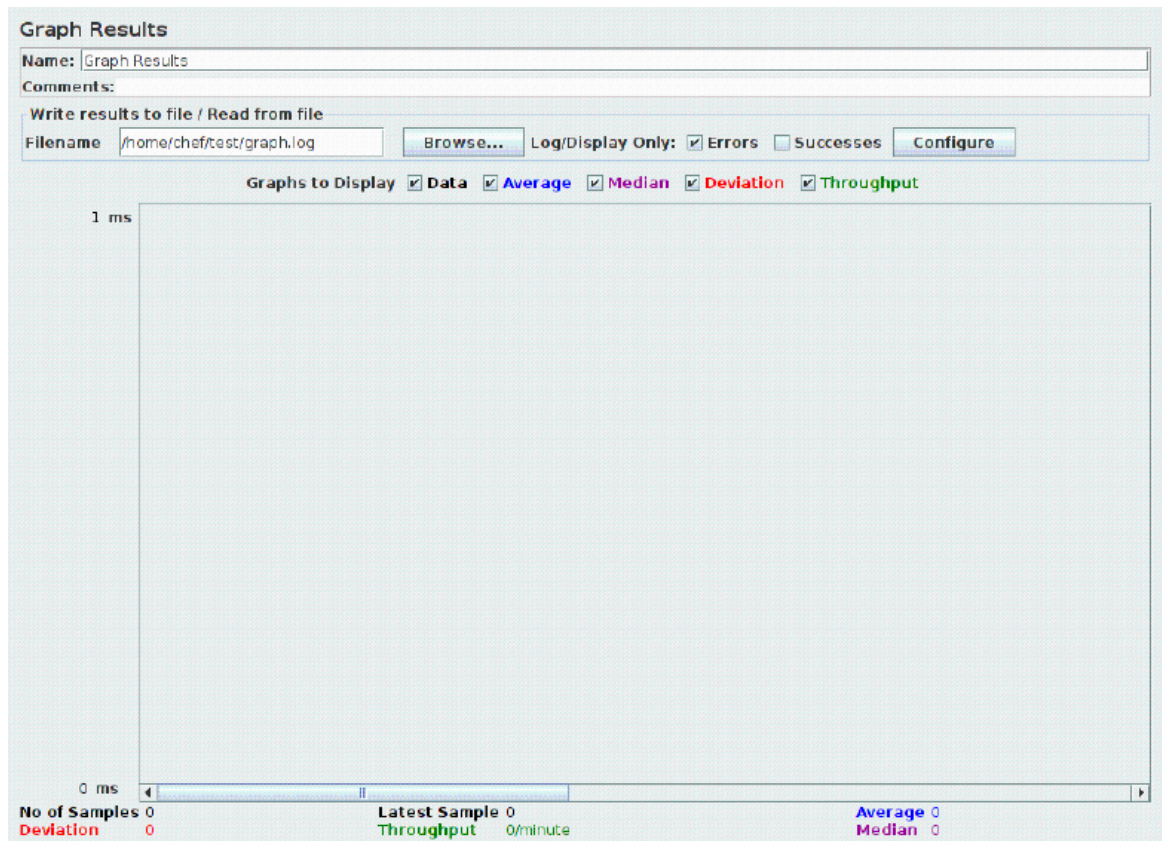


Рисунок 4.6 — Graph Results

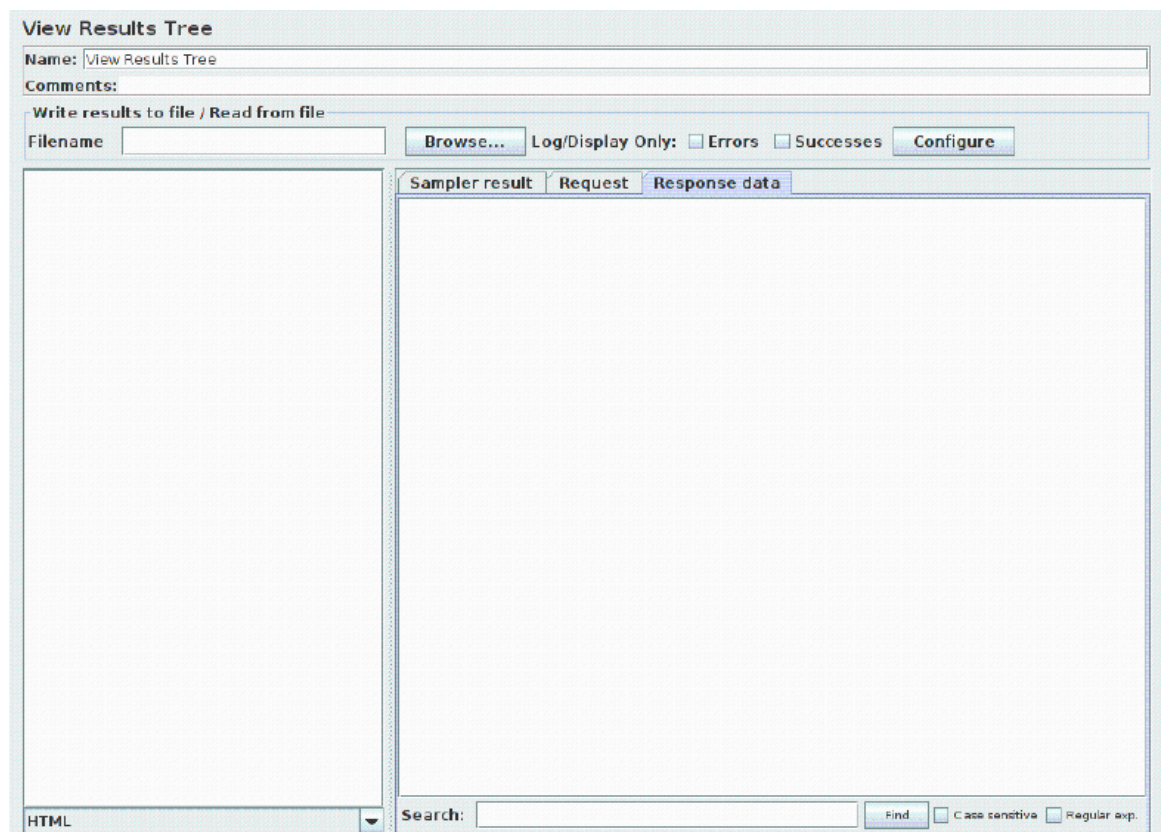


Рисунок 4.7 — View Results Tree

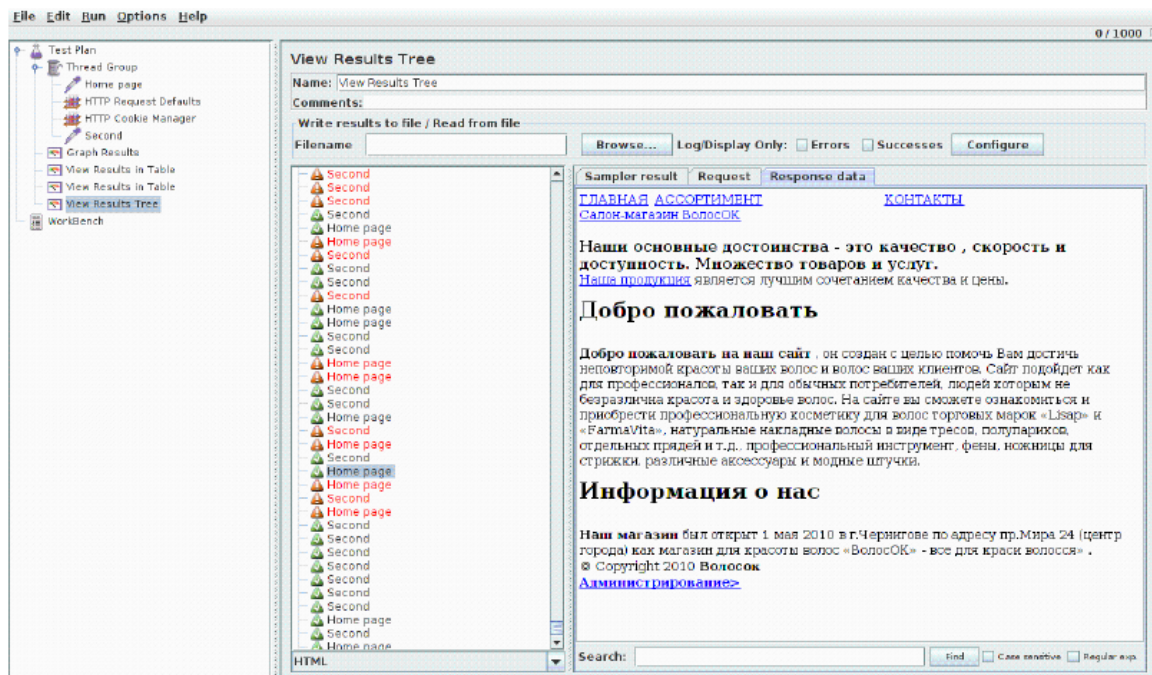


Рисунок 4.8 — Результати тестування

Бажано, щоб додаток було розгорнуто на іншому сервері, оскільки JMeter вимогливий до ресурсів та результати тестування можуть бути некоректними.

#### 4.4 Завдання для самостійної роботи

3. Вивчити можливості організації database testing (тестування роботи з БД) з використанням JMeter.
4. Вивчити аспекти інтеграції Apache JMeter з JUnit.

#### 4.5 Структура звіту

- результати тестування у вигляді графіків;
- результати тестування у вигляді дерева;
- проаналізувати результати тестування. Встановити причини, через які система не витримала навантаження.

## **5 Лабораторна робота № 5**

### **Системи керування версіями баз даних**

### Рекомендована література

1. Brooks, Frederick P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering: 20th Anniversary Edition. — 2nd ed. — Addison–Wesley Professional, 1995. — 336 p.
2. Humble Jez, Farley David. Continuous Delivery: A Handbook for Building, Deploying, Testing and Releasing Software. — Addison-Wesley Professional, 2010. — 512 p.
3. Henrik Kniberg. Scrum and XP from the trenches, 2nd Edition, 2015.

### Інформаційні ресурси

1. Git . — [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://git-scm.com/>.
2. Scott Chacon and Ben Straub. Pro Git, 2019. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://git-scm.com/book/en/v2>.
3. Cătălin Tudose, Petar Tahchiev, Felipe Leme, Vincent Massol, and Gary Gregory. JUnit In Action, Third Edition, 2020. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.manning.com/books/junit-in-action-third-edition>.
4. Mockito framework site. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://site.mockito.org/>.
5. Jenkins CI Documentation. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.jenkins.io/>.
6. Apache JMeter Documentation. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://jakarta.apache.org/jmeter/>.
7. Noмерpage — Flyway. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://flywaydb.org/>.
8. The Liquibase Community | The Database DevOps Liquibase Community. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.liquibase.org](http://www.liquibase.org).