

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформатики та програмної інженерії

“ЗАТВЕРДЖЕНО”

Керівник роботи

Світлана ПОПЕРЕШНЯК

“20” листопада 2023 р.

Файлова система з консольним інтерфейсом

Аналіз вимог до програмного забезпечення

КП.ІП-1123.045440.01.91

“ПОГОДЖЕНО”

Керівник роботи:

Поперешняк С.В.

Виконавець:

Панченко С.В.

1 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	4
1.1 Загальні положення.....	4
1.2 Аналіз успішних ІТ-проектів.....	5
1.2.1 FUSE (Filesystem in Userspace).....	5
1.2.2 ZFS (Zettabyte File System).....	6
1.2.3 NTFS (New Technology File System).....	7
1.2.4 ext4 (Fourth Extended Filesystem).....	7
1.2.5 APFS (Apple File System).....	8
1.3 Порівняння існуючих програмних аналогів.....	9
1.4 Актуальність розробки власного програмного засобу.....	10
1.5 Аналіз вимог до програмного забезпечення.....	11
1.5.1 Варіанти використання.....	12
1.5.2 Функціональні вимоги.....	21
1.5.3 Трасування вимог.....	23
1.5.4 Нефункціональні вимоги.....	25

1 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1.1 Загальні положення

У даному розділі будуть розглянуті проблеми, які існують у площині створення віртуальних файлових систем та існуючі методи їх вирішення.

Віртуальна файлова система (ВФС) - це програмна або апаратна конструкція, яка надає інтерфейс для роботи з файловою системою. Це може бути шар абстракції між програмним забезпеченням та фізичними носіями даних, який дозволяє звертатися до файлів і папок, незалежно від їхнього розташування чи форматування зберігання.

ВФС може забезпечувати деякі додаткові функції, такі як шифрування, контроль доступу, кешування, компресія, відображення віддалених ресурсів тощо. Вона дозволяє програмам взаємодіяти з файловою системою, не враховуючи конкретні деталі роботи фізичних пристроїв чи мережевих ресурсів.

Основні переваги віртуальних файлових систем:

1. Абстракція від апаратних рішень: ВФС надають абстракцію від конкретних характеристик апаратного забезпечення, що дозволяє програмам працювати з файлами незалежно від фізичних пристроїв чи їхнього форматування. Це спрощує взаємодію з даними та дозволяє легше переносити програми між різними системами.
2. Управління різноманітністю джерел даних: Віртуальні файлові системи можуть об'єднувати дані з різних джерел, таких як локальні диски, мережеві пристрої, хмарні сховища тощо, створюючи зручний інтерфейс доступу до різноманітних ресурсів.
3. Додаткові функціональні можливості: ВФС можуть надавати додаткові функціональні можливості, такі як шифрування, контроль доступу, кешування, компресія та інші. Це дозволяє розширювати можливості роботи з даними та забезпечувати додатковий рівень безпеки.
4. Підтримка віддалених ресурсів: ВФС можуть дозволяти доступ до віддалених ресурсів через мережу, що важливо в сучасному світі, де робота з віддаленими серверами та хмарними сховищами стає все більш поширеною.

5. Зручність розробки та тестування: Розробка і тестування програм може бути спрощеною завдяки використанню ВФС. Вони дозволяють емулювати різні сценарії взаємодії з файловою системою без прив'язки до конкретного обладнання чи мережевого середовища.

Реалізація віртуальної файлової системи може зустрічати ряд проблем, з якими розробники повинні враховувати при створенні інтерфейсу. Деякі з основних проблем включають:

1. Продуктивність: Віртуальні файлові системи можуть впливати на продуктивність, оскільки вони додають додатковий шар абстракції. Ефективність роботи з файлами і папками повинна бути належним чином оптимізована.
2. Безпека: Забезпечення безпеки даних і запобігання можливим атакам на віртуальну файлову систему є важливим завданням. Це включає управління доступом, шифрування інформації та інші заходи безпеки.
3. Сумісність: Важливо враховувати сумісність віртуальної файлової системи з різними операційними системами і програмами. Розробка таких систем повинна враховувати різні стандарти та протоколи.
4. Відновлення та відміна змін: Якщо стається помилка чи відмова в роботі, важливо мати ефективні механізми відновлення та відміни змін для запобігання втраті даних або пошкодженню файлової системи.
5. Масштабованість: При роботі з великою кількістю файлів та об'ємом даних, важливо забезпечити ефективну масштабованість віртуальної файлової системи.

1.2 Аналіз успішних ІТ-проектів

1.2.1 FUSE (Filesystem in Userspace)

Проект розповсюджується як відкрите програмне забезпечення і не пов'язаний із конкретною компанією.

Основні функціональні можливості:

1. FUSE надає інтерфейс для створення віртуальних файлових систем у просторі користувача.
2. Дозволяє розробникам створювати власні файлові системи, не модифікуючи ядро операційної системи.

Переваги програмної системи:

1. Гнучкість: Можливість реалізації різноманітних файлових систем без необхідності звертатися до ядра операційної системи.
2. Незалежність від ядра: Робота в просторі користувача, що дозволяє уникнути проблем, пов'язаних з модифікацією ядра ОС.

Недоліки програмної системи:

1. Затримки: Операції через простір користувача можуть призводити до затримок у виконанні.
2. Специфічність: Реалізація віртуальних файлових систем від FUSE може вимагати додаткових зусиль для оптимізації.

1.2.2 ZFS (Zettabyte File System)

Компанія-виробник: Oracle Corporation (раніше Sun Microsystems).

Основні функціональні можливості:

1. ZFS - розподілена файлова система, яка об'єднує файлову систему та об'єктне сховище даних.
2. Підтримка атомарних операцій, автоматичне виявлення та виправлення помилок, забезпечення високої надійності та ефективності.

Переваги програмної системи:

1. Висока ефективність: Забезпечує швидкодію операцій завдяки кешуванню та інтелектуальному розподілу даних.
2. Надійність: Автоматичне виявлення та виправлення помилок, захист від втрати даних.

Недоліки програмної системи:

1. Вимоги до обладнання: Високі вимоги до обладнання можуть бути складні для задоволення на старіших або менш потужних системах.
2. Складність налаштувань: Деяка складність у налаштуванні та конфігурації, що може вимагати досвіду.

1.2.3 NTFS (New Technology File System)

Компанія-виробник: Microsoft Corporation

Основні функціональні можливості:

1. NTFS є файловою системою, розробленою для операційних систем сімейства Windows.
2. Підтримує розширені функції, такі як контроль доступу, журналювання та квоти.

Переваги програмної системи:

1. Безпека: Забезпечує високий рівень безпеки через контроль доступу та аудит файлових операцій.
2. Журналювання: Журнальна структура допомагає відновленню даних в разі помилок або аварій.

Недоліки програмної системи:

1. Портбельність: Оскільки NTFS створена для платформи Windows, вона може бути менш сумісною з іншими операційними системами.
2. Обмеження функціональності: Деякі функції можуть бути обмежені або не підтримуватися на інших операційних системах.

1.2.4 ext4 (Fourth Extended Filesystem)

Компанія-виробник: Розробницьке співтовариство Linux

Основні функціональні можливості:

1. ext4 є файловою системою для операційних систем сімейства Linux та є покращеною версією ext3.
2. Підтримує розширений розмір файлів та директорій, журналювання та відновлення файлової системи.

Переваги програмної системи:

1. Висока швидкодія: Забезпечує високу продуктивність у великих файлах та директоріях.
2. Журналювання: Журналований підхід допомагає відновленню даних після аварій.

Недоліки програмної системи:

1. Фрагментація: Може виникати фрагментація файлової системи, особливо при роботі з великими обсягами даних.
2. Обмежені функції: У порівнянні з деякими іншими файловими системами, може бути менше розширених функцій.

1.2.5 APFS (Apple File System)

Компанія-виробник: Apple Inc.

Основні функціональні можливості:

1. APFS є файловою системою, розробленою для операційних систем Apple, таких як macOS, iOS, watchOS та tvOS.
2. Підтримує розширений шифрування, снапшоти, оптимізацію для SSD та інші сучасні технології.

Переваги програмної системи:

1. Швидкодія на SSD: Оптимізація для роботи на твердотільних накопичувачах, забезпечуючи високу швидкість.
2. Шифрування: Вбудована підтримка шифрування для забезпечення конфіденційності даних.

Недоліки програмної системи:

1. Сумісність з іншими ОС: Обмежена сумісність з операційними системами, що не є продуктами Apple.
2. Неідентифіковані недоліки: У деяких випадках може виникати несподівана поведінка, оскільки APFS є релятивно новою технологією.

1.3 Порівняння існуючих програмних аналогів

Таблиця 1.1 - Порівняння існуючих програмних аналогів

Критерії / Файлові Системи	FUSE	ZFS	NTFS	ext4	APFS
Назва продукту	Filesystem in Userspace	Zettabyte File System	New Technology File System	Fourth Extended Filesystem	Apple File System
Компанія-виробник	Проект розповсюджується як відкрите програмне забезпечення	Oracle Corporation (раніше Sun Microsystems)	Microsoft Corporation	Розробники співтовариство Linux	Apple Inc.
Основні функціональні можливості	Створення віртуальних файлових систем у просторі користувача	Розподілена файлова система, журналювання, автоматичне виявлення	Розширений контроль доступу, журналювання, квоти	Розширений розмір файлів та директорій, журналювання, відновлення	Оптимізація для SSD, розширене шифрування

		та виправленн я помилок			
Переваги	- Гнучкість в створенні різноманітн их файлових систем	- Висока ефективніст ь, автоматичне виявлення та виправленн я помилок	- Безпека, журналюва ння	- Висока швидкодія, журналюва ння	- Швидкодія на SSD, вбудоване шифруванн я
Недоліки	- Затримки через простір користувача	- Високі вимоги до обладнання, складність налаштуван ь	- Специфічні сть для платформи Windows	- Фрагментац ія, обмежені функції	- Сумісність з іншими ОС, неідентифік овані недоліки

1.4 Актуальність розробки власного програмного засобу

Розробка власної віртуальної файлової системи (ВФС), реалізованої на основі FUSE, може бути актуальною з ряду причин:

1. Гнучкість та Розширюваність: FUSE дозволяє створювати віртуальні файлові системи в просторі користувача без необхідності зміни ядра операційної системи. Це забезпечує гнучкість та розширюваність у розробці, дозволяючи легко адаптувати ВФС до конкретних потреб проекту.
2. Сумісність з Різними ОС: Віртуальні файлові системи, розроблені за допомогою FUSE, можуть бути легко переносимі між різними операційними системами, оскільки FUSE підтримується на багатьох платформах (Linux,

macOS, FreeBSD, інші). Це робить розробку більш універсальною та ефективною.

3. Розвиток Функціональності: Розробка на основі FUSE дозволяє вам створювати власні файлові системи з розширеними функціональними можливостями, які можуть відповідати конкретним потребам користувачів чи проекту. Це особливо корисно у випадках, коли існуючі ВФС не влаштовують за вимогами.
4. Експериментація та Навчання: Розробка ВФС на основі FUSE може слугувати відмінною можливістю для навчання та експериментації в області системного програмування. Розуміння принципів роботи файлових систем та їх вплив на взаємодію з операційною системою може бути корисним для розробників.

1.5 Аналіз вимог до програмного забезпечення

Програмна система, що розробляється, спрямована на створення віртуальної файлової системи (ВФС) на основі FUSE, яка надає зручний та гнучкий інтерфейс для взаємодії з файловою структурою. Основною метою цього проекту є створення інструменту, який дозволяє користувачам легко маніпулювати віртуальною файловою структурою, використовуючи консольний інтерфейс.

Функціональні завдання та мета програмної системи сфокусовані на створенні віртуальної файлової системи (ВФС) на основі FUSE з метою надання користувачам зручного інтерфейсу для взаємодії з файловою структурою. Головною метою є забезпечення функціональних можливостей для створення та видалення об'єктів, отримання детальної інформації про атрибути файлів, читання та запису вмісту файлів, роботи з символьними посиланнями, а також навігації та взаємодії з директоріями. Це включає в себе можливість створення нових файлів та директорій, видалення об'єктів, отримання детальної інформації про атрибути файлів, читання та редагування їх вмісту, а також роботу з символьними посиланнями. Подальшою метою є створення зручного та функціонального інструменту для користувачів, який може бути використаний для проведення експериментів, навчання або вирішення конкретних завдань, забезпечуючи при цьому гнучкість та ефективність взаємодії з файловою системою на основі FUSE через консольний інтерфейс.

1.5.1 Варіанти використання

У наведених нижче таблицях можна переглянути варіанти використання файлової системи:

Таблиця 1.2 - Варіант використання UC-01

Use Case ID	UC-01
Use Case Name	Отримання файлових атрибутів (getattr)
Goals	Отримати інформацію про атрибути файлу
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає отримати інформацію про файл
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та файлів
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none">1. Користувач викликає команду для отримання атрибутів файлу.2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE.3. Віртуальна файлова система виконує операцію getattr та повертає інформацію про атрибути файлу.4. Система повертає отримані атрибути користувачеві.
Extension	У випадку, якщо файл не існує, система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує інформацію про атрибути файлу.

Таблиця 1.3 - Варіант використання UC-02

Use Case ID	UC-02
Use Case Name	Зчитування посилань (readlink)
Goals	Отримати цільовий об'єкт (шлях або файлину)

Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає отримати цільовий об'єкт, на який вказує символічне посилання
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для зчитування вмісту символічного посилання. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію readlink та повертає шлях або ім'я цільового об'єкта. 4. Система повертає отриманий вміст користувачеві.
Extension	У випадку, якщо символічне посилання не існує, система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує інформацію про цільовий об'єкт.

Таблиця 1.4 - Варіант використання UC-03

Use Case ID	UC-03
Use Case Name	Створення файла (mknod)
Goals	Створити новий файл у віртуальній файловій системі
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає створити новий файл
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи

Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для створення нового файлу. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію <code>mknod</code> та створює новий файл. 4. Система повідомляє користувача про успішне створення файлу.
Extension	У випадку, якщо створення файлу неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про створення нового файлу.

Таблиця 1.5 - Варіант використання UC-04

Use Case ID	UC-04
Use Case Name	Створення папки (<code>mkdir</code>)
Goals	Створити нову директорію у віртуальній файловій системі
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає створити нову директорію
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для створення нової директорії. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію <code>mkdir</code> та створює нову директорію. 4. Система повідомляє користувача про успішне створення директорії.

Extension	У випадку, якщо створення директорії неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про створення нової директорії.

Таблиця 1.6 - Варіант використання UC-05

Use Case ID	UC-05
Use Case Name	Видалення посилань (unlink)
Goals	Видалити посилання на об'єкт у віртуальній файловій системі
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає видалити посилання
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для видалення посилання. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію unlink та видаляє посилання. 4. Система повідомляє користувача про успішне видалення посилання.
Extension	У випадку, якщо видалення посилання неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про видалення посилання.

Таблиця 1.7 - Варіант використання UC-06

Use Case ID	UC-06
Use Case Name	Видалення папок, посилань, файлів (rmdir)
Goals	Видалити об'єкт (папку, посилання, файл) у віртуальній файловій системі
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає видалити об'єкт
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для видалення об'єкта. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію rmdir та видаляє об'єкт. 4. Система повідомляє користувача про успішне видалення об'єкта.
Extension	У випадку, якщо видалення об'єкта неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про видалення об'єкта.

Таблиця 1.7 - Варіант використання UC-06

Use Case ID	UC-06
Use Case Name	Видалення папок, посилань, файлів (rmdir)
Goals	Видалити об'єкт (папку, посилання, файл) у віртуальній файловій

	системі
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає видалити об'єкт
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для видалення об'єкта. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію rmdir та видаляє об'єкт. 4. Система повідомляє користувача про успішне видалення об'єкта.
Extension	У випадку, якщо видалення об'єкта неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про видалення об'єкта.

Таблиця 1.8 - Варіант використання UC-07

Use Case ID	UC-07
Use Case Name	Створення soft-посилань (symlink)
Goals	Створити символічне посилання на об'єкт у віртуальній файловій системі
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає створити символічне посилання
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи

	системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для створення символічного посилання. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію symlink та створює символічне посилання. 4. Система повідомляє користувача про успішне створення символічного посилання.
Extension	У випадку, якщо створення символічного посилання неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про створення символічного посилання.

Таблиця 1.9 - Варіант використання UC-08

Use Case ID	UC-08
Use Case Name	Зміна дозволів файла (chmod)
Goals	Змінити права доступу до файла віртуальної файлової системи
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає змінити права доступу до файла
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для зміни прав доступу до файла.

	<p>2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE.</p> <p>3. Віртуальна файлова система виконує операцію <code>chmod</code> та змінює права доступу до файла.</p> <p>4. Система повідомляє користувача про успішну зміну прав доступу до файла.</p>
Extension	У випадку, якщо зміна прав доступу неможлива (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про зміну прав доступу до файла.

Таблиця 1.10 - Варіант використання UC-09

Use Case ID	UC-9
Use Case Name	Зчитування файла (read)
Goals	Отримати вміст файла віртуальної файлової системи
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає прочитати вміст файла
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<p>1. Користувач викликає команду для зчитування вмісту файла.</p> <p>2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE.</p> <p>3. Віртуальна файлова система виконує операцію <code>read</code> та повертає вміст файла.</p> <p>4. Система повідомляє користувача про отримання вмісту файла.</p>

Extension	У випадку, якщо зчитування файла неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує вміст файла.

Таблиця 1.11 - Варіант використання UC-10

Use Case ID	UC-10
Use Case Name	Редагування файла (write)
Goals	Змінити вміст файла віртуальної файлової системи
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає змінити вміст файла
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для редагування вмісту файла. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію write та змінює вміст файла. 4. Система повідомляє користувача про успішне редагування вмісту файла.
Extension	У випадку, якщо редагування вмісту файла неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує підтвердження про зміну вмісту файла.

Таблиця 1.12 - Варіант використання UC-11

Use Case ID	UC-11
Use Case Name	Зчитування папки (readdir)
Goals	Отримати перелік об'єктів у вказаній директорії віртуальної файлової системи
Actors	Користувач в системі
Trigger	Користувач бажає переглянути вміст директорії
Pre-conditions	Користувач має доступ до системи та віртуальної файлової системи
Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Користувач викликає команду для зчитування вмісту директорії. 2. Система передає запит на обробку віртуальній файловій системі на основі FUSE. 3. Віртуальна файлова система виконує операцію readdir та повертає перелік об'єктів у директорії. 4. Система повідомляє користувача про отримання переліку об'єктів.
Extension	У випадку, якщо зчитування директорії неможливе (наприклад, через відсутність прав), система повідомляє користувача про помилку.
Post-Condition	Користувач отримує перелік об'єктів у директорії.

1.5.2 Функціональні вимоги

Таблиця 1.13 – Функціональні вимоги до до додатку

Номер	Назва	Опис
FR-1	Взяття файлових атрибутів (getattr)	Система повинна надавати можливість користувачеві отримувати атрибути об'єктів (файлів та папок) у віртуальній файловій системі. Функціональність включає отримання інформації про ім'я об'єкта, його розмір, права доступу. Отримані атрибути повинні бути виведені у консоль або доступні для подальшого використання в інших частинах системи.
FR-2	Зчитування посилань (readlink)	Система повинна забезпечити можливість користувачеві зчитувати вміст символьного посилання та виводити його у консоль.
FR-3	Створення файла (mknod)	Система повинна дозволяти користувачеві створювати новий файл у віртуальній файловій системі та виводити підтвердження про успішне створення у консоль.
FR-4	Створення папки (mkdir)	Система повинна дозволяти користувачеві створювати нову директорію у віртуальній файловій системі та виводити підтвердження про успішне створення у консоль.
FR-5	Видалення посилань (unlink)	Система повинна дозволяти користувачеві видаляти посилання на об'єкти у віртуальній файловій системі та виводити підтвердження про успішне видалення у консоль.
FR-6	Видалення папок, посилань, файлів (rmdir)	Система повинна дозволяти користувачеві видаляти об'єкти (папки, посилання, файли) у віртуальній файловій системі та виводити

		підтвердження про успішне видалення у консоль.
FR-7	Створення soft-посилань (symlink)	Система повинна дозволяти користувачеві створювати символічні посилання на об'єкти у віртуальній файловій системі та виводити підтвердження про успішне створення у консоль.
FR-8	Зміна дозволів файла (chmod)	Система повинна забезпечувати можливість користувачеві змінювати права доступу до файлів у віртуальній файловій системі та виводити підтвердження про успішну зміну у консоль.
FR-9	Зчитування файла (read)	Система повинна дозволяти користувачеві зчитувати вміст файлів у віртуальній файловій системі та виводити його у консоль.
FR-10	Редагування файла (write)	Система повинна дозволяти користувачеві змінювати вміст файлів у віртуальній файловій системі та виводити підтвердження про успішне редагування у консоль.
FR-11	Зчитування папки (readdir)	Система повинна дозволяти користувачеві зчитувати перелік об'єктів у директорії віртуальної файлової системи та виводити його у консоль.

1.5.3 Трасування вимог

Таблиця 1.14 - матриця трасування вимог

	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-0	UC-1	UC-1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	

FR-0 1	X										
FR-0 2		X									
FR-0 3			X								
FR-0 4				X							
FR-0 5					X						
FR-0 6						X					
FR-0 7							X				
FR-0 8								X			
FR-0 9									X		
FR-1 0										X	
FR-1 1											X

1.5.4 Нефункціональні вимоги

Таблиця 1.15 - Нефункціональні вимоги

Номер	Назва	Опис
NFR-1	Продуктивність	Система повинна забезпечувати відповідний рівень продуктивності для операцій пошуку файлів за іменем. Час відповіді системи не повинен перевищувати 1 секунду для більшості запитів.
NFR-2	Надійність	Система повинна бути стійкою до помилок та забезпечувати надійність при роботі з пошуковими операціями. При виникненні помилок, система повинна надавати зрозумілі та інформативні повідомлення користувачеві.
NFR-3	Сумісність	Система повинна бути сумісною з існуючими програмами та UNIX операційними системами, що використовуються користувачами. Зокрема, результати пошуку мають бути виведені у форматі, який легко інтегрується з іншими програмами.
NFR-4	Безпека	Система повинна гарантувати конфіденційність інформації та захищати від несанкціонованого доступу під час операцій пошуку файлів за іменем. Запити на пошук повинні бути валідовані та авторизовані перед обробкою.
NFR-6	Масштабованість	Система повинна бути здатна масштабуватися та

		обробляти одночасно багато запитів на пошук файлів за іменем без значних втрат продуктивності.
NFR-7	Зручність інтерфейсу	Користуватський інтерфейс системи повинен бути інтуїтивно зрозумілим та зручним для використання. Результати пошуку мають бути представлені чітко та лаконічно, а користувач повинен мати можливість взаємодіяти з ними без зайвих ускладнень.