

УДК 004.93

**АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗГОРТАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ  
БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО БАЧЕННЯ  
AMANITA**

*Герасименко Р.Ю., Мамчич О.О.*

*Науковий керівник – проф. Саваневич В.Є.*

*Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків*

Сучасні багатокомпонентні системи комп'ютерного бачення складаються з кількох вузлів з різними апаратними характеристиками, операційними системами та мережевими ролями. У таких комплексах одночасно задіяні високопродуктивні обчислювальні вузли для обробки відеопотоків, вузли зберігання даних, мережеві шлюзи, а також допоміжна інфраструктура моніторингу. Ручне розгортання подібних систем супроводжується значними витратами часу, високим ризиком людських помилок, складністю відтворення однакових умов для експериментів, а також проблемами масштабування при додаванні нових вузлів. Ці недоліки особливо критичні для комплексів реального часу, до яких належить багатоканальна оптична система Amanita [3], призначена для паралельної роботи з десятками відеоканалів та подальшої інтелектуальної обробки.

Об'єктом дослідження є процес розгортання і супроводу програмно-апаратних комплексів комп'ютерного бачення з розподіленою архітектурою. Предметом дослідження є методи та засоби автоматизації розгортання й моніторингу компонентів системи Amanita з використанням підходів DevOps та "інфраструктура як код". У роботі розглядаються типові проблеми, що виникають при ручній інсталяції: неузгоджені версії програмного забезпечення на різних вузлах, помилки в конфігураційних файлах, різні варіанти налаштування сервісів, відсутність єдиного журналу подій та прозорої картини стану системи для інженера і спостерігача.

Метою дослідження є автоматизація процесів розгортання та моніторингу програмно-апаратних компонентів систем комп'ютерного бачення на прикладі Amanita із використанням сучасних DevOps-практик та підходів “інфраструктура як код” [1; 2]. Для досягнення цієї мети проаналізовано існуючі рішення в галузі автоматизації розподілених систем, обґрунтовано вибір інструментів на базі Linux, Vagrant, Docker та засобів керування конфігураціями, визначено вимоги до архітектури Amanita як комплексу комп'ютерного бачення, сформовано набір функціональних і нефункціональних вимог до системи автоматизації. Вимоги враховують потреби як інженера, що відповідає за розгортання та обслуговування, так і спостерігача, який працює з уже налаштованою системою та контролює результати спостереження.

Запропонована архітектура системи автоматизації включає три основні компоненти: модуль підготовки конфігурацій (Configurator), модуль інсталяції (Installer) та компонент контролю виконання і моніторингу (Overseer). Конфігураційні дані описуються декларативно у форматі YAML з використанням файлів config.yaml, defaults.yaml, vars.yaml, з яких формується інтегральний файл index.json. Така схема дозволяє інженеру описати цільову інфраструктуру у вигляді набору ролей, вузлів та їхніх параметрів, не вдаючись до низькорівневих деталей командного рядка для кожного кроку інсталяції. Модуль Configurator відповідає за валідацію вхідних даних, перевірку унікальності імен вузлів, коректність IP-адрес та цілісність структури конфігурації, що зменшує ймовірність помилок ще до старту розгортання.

Модуль Installer використовує сформований index.json як єдине джерело істини про цільове середовище. На основі цього опису система автоматично виконує підготовку SSH-доступу до вузлів, перевіряє наявність ключів і правильність прав доступу, копіює необхідні бінарні файли та конфігурації, налаштовує служби, перезапускає сервіси і фіксує результати в централізованих журналах. Завдяки цьому інженер отримує повторювану

процедуру розгортання, яка не залежить від конкретної машини-оператора і може бути виконана як на локальній робочій станції, так і на виділеному сервері керування.

Компонент Overseer відповідає за збір і агрегацію журналів подій, станів сервісів та результатів окремих етапів розгортання. Централізовані журнали дозволяють інженеру та спостерігачу швидко виявляти вузли, де стався збій, аналізувати послідовність дій, що призвели до помилки, та оцінювати стабільність роботи комплексу в динаміці. Наявність єдиної точки спостереження за інфраструктурою спрощує як технічну діагностику, так і підготовку звітів для подальших експериментів та впровадження в промислових умовах.

Окрему увагу приділено підтримці віртуального тестового середовища на базі Vagrant і Docker, яке віддзеркалює структуру реального комплексу Amanita. Віртуальний стенд дозволяє розгортати спрощені або повні копії інфраструктури для тестування конфігурацій, відпрацювання сценаріїв розгортання та перевірки оновлень програмного забезпечення без ризику для основного стенда. Це дає змогу відлагоджувати конфігураційні файли, послідовність кроків інсталяції та логіку реагування на типові збої (недоступність вузлів, помилки в конфігураційних файлах, порушення цілісності артефактів) ще до того, як зміни будуть застосовані до реального комплексу Amanita.

Експериментальні дослідження включали порівняння часу розгортання системи Amanita у двох режимах: повністю ручна інсталяція та інсталяція з використанням розробленої системи автоматизації. Для кожного режиму оцінювались трудомісткість налаштувань, кількість допущених помилок, час відновлення працездатності після збоїв, а також відтворюваність конфігурацій при повторних розгортаннях. Результати показали, що застосування автоматизованого підходу дозволяє скоротити час початкового розгортання комплексу, зменшити кількість критичних помилок

конфігурування та забезпечити повторюваність налаштувань під час численних циклів експериментів.

Крім того, було досліджено можливість подальшого розширення системи автоматизації шляхом інтеграції з хмарними сервісами, системами централізованого моніторингу, а також засобами керування секретами та сховищами конфігурацій. Отримані результати свідчать, що обрана архітектура і принципи реалізації не прив'язані жорстко до конкретної реалізації Amanita і можуть бути адаптовані для інших багатокомпонентних систем комп'ютерного бачення, розподілених обчислювальних кластерів або тестових полігонів для досліджень у галузі технічного зору [4].

Практична цінність роботи полягає у створенні програмно-апаратної основи для швидкого, керованого і відтворюваного розгортання складних систем комп'ютерного бачення, що зменшує навантаження на інженера, підвищує надійність експериментів і спостережень, а також скорочує час виведення нових конфігурацій та алгоритмів в експлуатацію. Запропонований підхід дозволяє сформувати єдині стандарти конфігурації, журналювання та моніторингу для різних інстансів системи Amanita та схожих комплексів.

### **Література:**

1. Morris K. Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud. — O'Reilly Media, 2020. — 350 p.
2. Шевченко О.В., Котляров І.С. Технології DevOps у побудові програмно-апаратних комплексів керування. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2022. — 189 с.
3. Бойко В.М. Системи комп'ютерного бачення: основи побудови та алгоритми обробки зображень. — Харків: ХНУРЕ, 2021. — 248 с.
4. Pereira C., de Mello R., Rodrigues P. Lightweight Automation Frameworks for Distributed Systems Deployment // Journal of Systems Architecture, 2022. — Vol. 129. — P. 102–114.