



OPENAPI СПЕЦИФІКАЦІЇ У РОЗПОДІЛЕНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ОБРОБКИ АСТРОНОМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Хламов С.В., доцент, кафедра МСТ, ХНУРЕ
Орлов С.В., аспірант, кафедра МСТ, ХНУРЕ
Трунова Т.О., асистент, кафедра МСТ, ХНУРЕ

Abstract. *Modern astronomical surveys generate terabyte-scale image and spectral datasets requiring distributed processing and standardized access. Integration of OpenAPI specifications with AstroPy, Photutils, TensorFlow, and containerized platforms ensures reproducible data analysis, scalable microservices, secure access, and collaborative interoperability across Astroinformatics research infrastructures.*

Keywords: *OpenAPI, data processing, AstroPy, Photutils, TensorFlow, astronomical images.*

Сучасні астрономічні проекти генерують значні обсяги даних, включаючи цифрові зображення, спектри та метадані з наземних і космічних телескопів. Огляди неба, такі як Sloan Digital Sky Survey (SDSS), Pan-STARRS та космічний телескоп Hubble, формують терабайтні масиви даних, що потребують ефективної обробки, аналізу та архівації. Традиційні монолітні системи не забезпечують необхідної масштабованості, тому застосовуються розподілені інформаційні системи на основі мікросервісної архітектури, що дозволяє паралельно виконувати обчислення, розподіляти навантаження та інтегрувати гетерогенні сервіси.

Ключовим елементом побудови розподілених систем є стандартизована взаємодія між компонентами, що виконують різні функції: завантаження FITS-зображень, калібрування та нормалізацію, виділення джерел випромінювання, класифікацію об'єктів і формування каталогів. Для цього використовується специфікація OpenAPI, яка формалізує RESTful інтерфейси, описує ресурси, параметри запитів, формати даних та відповіді серверів. Стандартизація API забезпечує уніфіковану документацію, автоматичне генерування клієнтських бібліотек і серверних шаблонів, а також спрощує інтеграцію та супровід системи, підвищуючи її надійність і відтворюваність результатів.

У реалізації таких підходів широко застосовуються сучасні бібліотеки та технології Astroinformatics. Для роботи з FITS-файлами використовується AstroPy, що забезпечує обробку астрономічних даних, управління координатними системами та калібрування зображень. Для виділення джерел випромінювання та морфологічного аналізу застосовують Photutils і SEP (Source Extractor in Python), що дозволяють автоматизувати сегментацію об'єктів на зображеннях. Алгоритми машинного навчання для класифікації галактик і зірок реалізуються за допомогою scikit-learn або TensorFlow, інтегрованих у мікросервіси через REST API. Контейнеризація сервісів здійснюється з використанням Docker та Kubernetes, що забезпечує горизонтальне масштабування обчислювальних модулів і гнучке управління ресурсами.

Для ефективної обробки терабайтних масивів даних OpenAPI-інтерфейси інтегруються з розподіленими системами зберігання та обчислювальними



платформами, такими як Serp, HDFS або Amazon S3, що дозволяє паралельно обробляти великі набори зображень. Моніторинг і логування запитів до API здійснюються за допомогою Prometheus, Grafana та ELK Stack, що дозволяє відстежувати продуктивність сервісів, виявляти збої та оптимізувати ресурси. Така інтеграція забезпечує масштабовану, надійну і відтворювану інфраструктуру для наукових досліджень, де критично важливо гарантувати точність і прозорість обробки даних.

Безпека та управління доступом є невід’ємною складовою розподілених систем для обробки астрономічних даних. OpenAPI дозволяє інтегрувати сучасні стандарти аутентифікації та авторизації, такі як OAuth 2.0, JWT (JSON Web Tokens) та API Keys, для контролю доступу до окремих сервісів і ресурсів. Використання цих механізмів забезпечує надійну сегментацію прав користувачів, захист від несанкціонованого доступу та підтримку аудиту запитів, що є критичним при роботі з великими архівами наукових даних та гарантує відтворюваність результатів. Реальні приклади застосування API-орієнтованих підходів спостерігаються у системах доступу до архівів SDSS і Hubble. OpenAPI дозволяє дослідникам отримувати зображення, каталоги об’єктів і метадані безпосередньо у власних обчислювальних середовищах, інтегруючи обробку даних із власними алгоритмами аналізу. Подібний підхід застосовується у хмарних платформах, таких як AWS Cloud або Google Cloud Platform, де OpenAPI стандартизує доступ до обчислювальних ресурсів і сервісів зберігання даних, забезпечуючи одночасно масштабованість та безпеку системи.

Стандартизація OpenAPI також сприяє підвищенню відтворюваності наукових результатів та полегшує колаборацію між дослідницькими групами. Єдиний опис інтерфейсів дозволяє різним командам швидко інтегрувати власні алгоритми аналізу, забезпечує сумісність обчислювальних модулів і сприяє повторному використанню сервісів у різних проєктах Astroinformatics. Це підвищує ефективність досліджень і зменшує ймовірність помилок при обробці великих масивів астрономічних даних.

Таким чином, інтеграція OpenAPI-специфікацій у розподілені інформаційні системи для обробки астрономічних зображень формує ефективну, масштабовану та прозору архітектуру. Використання сучасних бібліотек AstroPy, Photutils, TensorFlow та контейнеризованих платформ дозволяє автоматизувати процеси обробки і аналізу астрономічних даних, підвищити точність класифікації об’єктів та забезпечити наукову відтворюваність результатів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію інтелектуальних алгоритмів обробки даних із хмарними сервісами, розширення стандартів OpenAPI та розвиток інфраструктури для гнучкої взаємодії між різними астрономічними платформами.

Список літератури

1. Khlamov, S., Tabakova, I., Trunova, T., & Deineko, Z. (2022). Machine vision for astronomical images using the Canny edge detector. CEUR Workshop Proceedings, 3384, 1-10.