

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

Навчально-науковий інститут фізики, математики та інформаційних  
технологій

Кафедра математики та інформаційних технологій

**Власовчук Дмитро Валерійович**

**ВИКОРИСТАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ РОБОТИЗОВАНИХ ТЕЛЕСКОПІВ У  
ВИКЛАДАННІ КУРСУ АСТРОНОМІЇ**

Магістерська робота

за спеціальністю 014.08 «Середня освіта. Фізика та астрономія»

Особистий підпис – \_\_\_\_\_

Науковий керівник – \_\_\_\_\_ Владислав КОЗУБ, д-р філософії

В.о.зав. кафедри – \_\_\_\_\_ Юрій КОЗУБ, проф., д-р техн. наук

Полтава – 2025

## **АНОТАЦІЯ**

**Власовчук Д.В.**

**Тема:** Використання зображень роботизованих телескопів у викладанні курсу астрономії

**Спеціальність:** 014.08 «Середня освіта. Фізика та астрономія»

**Установа:** ДЗ ЛНУ імені Т.Шевченка, 2025 р

**Магістерська робота містить:**

**Об'єкт дослідження:** роботизовані телескопи

**Предмет дослідження:** використання зображень з роботизованих телескопів у викладанні курсу астрономії у закладах загальної середньої освіти.

**Мета роботи:** аналіз ефективності використання зображень, отриманих з роботизованих телескопів, у вивченні астрономії у закладах загальної середньої освіти, з метою покращення сприйняття здобувачами освіти навчального матеріалу, підвищення у них інтересу до вивчення астрономії та покращення методики викладання цього курсу.

**Результати роботи:** оцінено вплив використання зображень з роботизованих телескопів на розуміння здобувачами освіти астрономічних явищ та понять. Можливість та доступність використання роботизованих телескопів, їх можливостей для використання в навчальному процесі. Розробка навчальних матеріалів, які спираються на реальні астрономічні зображення, які краще дають змогу розуміти космічні явища.

**Ключові слова:** РОБОТИЗОВАНИЙ ТЕЛЕСКОП, ЛІВЕРПУЛЬСЬКИЙ ТЕЛЕСКОП, АСТРОНОМІЯ, ЗОБРАЖЕННЯ КОСМОСУ, ІНТЕРАКТИВНЕ НАВЧАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1 ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ.....	6
1.1 Класифікація методів навчання.....	6
1.2 Роль мультимедійних ресурсів і онлайн-інструментів у створенні візуальних навчальних матеріалів на основі зображень з телескопів.....	13
1.3 Вплив мультимедійних ресурсів на навчальний процес .....	14
1.4 Огляд програми викладання астрономії у закладах загальної середньої освіти та переваги впровадження зображень з роботизованих телескопів у навчальну програму .....	16
РОЗДІЛ 2 МОЖЛИВОСТІ ТЕЛЕСКОПІВ У ВИКЛАДАННІ АСТРОНОМІЇ	20
2.1 Історія перших телескопів і їх внесок в розвиток астрономії.....	20
2.2 Телескоп Річі - Кретъєна .....	24
2.3 Використання можливостей телескопів в сучасному освітньому середовищі .....	27
2.4 Майбутнє цифрових телескопів в освіті.....	30
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ РОБОТИЗОВАНИХ ТЕЛЕСКОПІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ .....	33
3.1 Конструкція та принцип роботи роботизованого телескопу .....	33
3.2 Ліверпульський телескоп .....	36
3.3 FITS-файли .....	41
3.4 Використання зображень з роботизованих телескопів на уроках астрономії.....	44
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТОК А.....	52
ДОДАТОК Б .....	56

## ВСТУП

Астрономія – одна з найдавніших наук, яка викликає інтерес до вивчення Всесвіту та розуміння космічних явищ. Однак традиційні методи викладання можуть не відповідати сучасним потребам здобувачів освіти, особливо в умовах розвитку новітніх технологій. У зв'язку з цим впровадження сучасних засобів навчання, зокрема зображень, отриманих за допомогою роботизованих телескопів, стає актуальним інструментом підвищення ефективності та наочності курсів астрономії. Завдяки доступності таких зображень через Інтернет та спеціалізовані платформи, викладачі можуть значно підвищити якість навчального процесу та зробити його більш інтерактивним і захоплюючим.

Актуальність цієї теми полягає в необхідності впровадження сучасних інформаційних технологій в освітній процес. Роботизовані телескопи дозволяють отримувати реальні астрономічні дані в режимі реального часу, що покращує розуміння складних астрономічних явищ і мотивує здобувачів освіти до вивчення астрономії. Таким чином, дослідження використання цих зображень у навчанні астрономії є важливим для модернізації освіти в умовах глобалізації науки і технологій.

Метою цього дослідження є аналіз можливостей використання зображень, отриманих за допомогою роботизованих телескопів, у навчанні астрономії для покращення навчального процесу та підвищення зацікавленості здобувачів освіти.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання: вивчити доступні джерела зображень роботизованих телескопів та їхні характеристики, визначити ефективні способи інтеграції таких зображень у навчальний процес, оцінити вплив використання реальних астрономічних даних на зацікавленість здобувачів освіти та результати навчання, також розробити методичні рекомендації для викладачів щодо використання зображень роботизованих телескопів у навчанні астрономії.

Об'єктом дослідження є процес навчання астрономії в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження - використання зображень роботизованих телескопів у навчальному процесі з астрономії.

Методологія дослідження включала аналіз науково-методичної літератури, вивчення досвіду використання сучасних цифрових технологій у викладанні природничих дисциплін та експериментальну перевірку використання зображень з роботизованих телескопів у реальних освітніх умовах. Наукова новизна роботи полягає в тому, що вона є першим комплексним дослідженням ефективності використання зображень з роботизованих телескопів у навчанні астрономії. У роботі запропоновано новий спосіб інтеграції астрономічних зображень у навчальний процес для підвищення зацікавленості учнів. Практичне значення цього дослідження полягає в тому, що в ньому розроблено методичні рекомендації для викладачів, які можуть бути використані для покращення викладання астрономії. Це сприятиме підвищенню інтересу здобувачів освіти до астрономії та інших STEM-дисциплін і покращенню якості освіти в цілому.

## РОЗДІЛ 1 ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ

### 1.1 Класифікація методів навчання

На сьогоднішній день у педагогічній практиці в закладах загальної середньої освіти можна спостерігати, що методи взаємодії викладачів та здобувачів освіти на уроках дуже різні, відповідно до цього існує велика кількість методик для навчання та їх класифікації.

Джерело знань – основний критерій, що дає підстави для групування методів та їх розрізнення. Серед них основні – наочні, словесні та практичні методи.

Мета словесного методу: повідомлення, інформування навчального матеріалу. Переваги словесних методів:

1. інформативність;
2. забезпечення пізнавальної діяльності слухачів;
3. вплив на емоційну та інтелектуальну сфери учнів одночасно;
4. виховний аспект;
5. демонстрування культури мовлення учителя.

До словесних методів відносяться: розповідь, інструктаж, бесіда, пояснення, дискусія, диспут, лекція, робота з підручниками та посібниками.

Демонстрування, ілюстрування, самостійне спостереження – належать до наочних методів навчання. Серед практичних методів навчання вирізняють наступні: вправи, лабораторні та дослідні роботи.

#### Активні методи навчання

Термін **«активні» методи навчання** створено на протигагу традиційним, коли здобувачі освіти під час здобування знань були пасивними слухачами. Методи активного навчання створено задля забезпечення кращих результатів в оволодінні фахових вмінь здобувачів освіти/студентів. Діяльність того, хто навчається є продуктивною, пошуковою й креативною.

Активні методи навчання поєднують як індивідуальну, так і колективну форми засвоєння знань, умінь та навичок. Ефективними є наступні методи:

дидактичні ігри, навчання за алгоритмом, розв'язування проблемних задач, аналіз різних ситуацій.

Особливості методів активного навчання:

1. Вимушена активізація інтелектуальних здібностей того, хто навчається.
2. Довготривалість. Порівняно з тим, хто навчає (викладач, тьютор) здобувач освіти, який вчиться, витрачає на навчання більше часу.
3. Самостійність того, хто навчається, виявляється в прийнятті рішень.

Методи активного навчання поділяють на імітаційні та не імітаційні.

Імітаційні методи – неігрові, до них належать: аналіз конкретної ситуації та імітаційні вправи; ігрові методи – ігрове проєктування, розігрування ролей, ділова гра).

Неімітаційні з традиційними формами навчання: проблемна лекція, лабораторна робота, практичне заняття, семінар, дипломна й курсова роботи, науково-практична конференція, групова консультація, науково-дослідна робота та ін.

### **Інтерактивні методи навчання**

**Інтерактивне навчання** є такою формою організації навчання, яка дозволяє здобувачам освіти та викладачу в процесі навчання спілкуватися, обмінюватися думками, досвідом, виконувати спільну роботу, досягати спільного результату. Такий спосіб навчання передбачає залучення здобувачів освіти та викладача до спільної навчальної діяльності на рівноправних позиціях.

Функціонування такої форми навчання передбачає необхідність застосування інтерактивних методів. Умовно їх можна поділити на такі види:

- Методи, які спрямовані на розвиток критичного мислення, його активізацію, на розвиток умінь здобувачів освіти здійснювати аналіз, на оцінюваннях й узагальненнях фактів (SWOT-аналіз, мозковий штурм, пітчінг, ПНЦ та ін.).

- Методи, котрі зосереджені на формування відповідальності, прийнятті рішень, проведенню й оцінювані вибору; що навчають усвідомлювати наслідки (методи дискусії, «дерево прийняття рішень», дебати, дискусія на бали, «критерійний покер», «шість капелюхів», проєкт, робота в групах).

- Методи спрямовані на розвиток в здобувачів освіти уяви, розвитку емоцій та переживань, а також такі, що спонукають до дій (ментальні мапи, рольові ігри, «асоціативні кущі», драма, моделювання).

Застосування інтерактивних методів навчання може відбуватися на різних етапах уроку.

**SWOT – аналіз.** Основою методу є чотири опорних слова аббревіатури, на яких він базується – **strengths** – сильні, **weaknesses** – слабкі, **opportunities** – можливості та **threats** – загрози. Згаданий метод дає змогу візуально представити інформацію, здійснити аналіз сильних і слабких сторін, визначитися із конкурентними перевагами.

**Мозковий штурм** – це метод, котрий ґрунтується на швидких і лаконічних відповідях учасників. Організовується наступним чином: обрану проблему занотовують на дошці чи папері, щоб запис був перед очима. Усі учасники пропонують ідеї стосовно рішення проблеми, а потім думки записують на дошці. Насамкінець відбувається загальний аналіз.

**«Шість капелюхів».** Суть методу: здобувачів освіти ділять на групи (або за малої кількості учасників кожному дають по одній ролі). Кожна група чи учасник отримує «капелюха» із певним кольором. Білий капелюх – учасники представляють ситуацію лише у фактах та цифрах. Команда «жовтого капелюха» отримує запитання, над яким розмірковує. Червоний капелюх – учасники повинні представити емоційний аспект або ж ключовий момент, що безпосередньо стосується теми. Зелений капелюх – учасники розмірковують щодо позитивних моментів заданої теми. Синій капелюх – учасники узагальнюють усе сказане, підбиваючи підсумки.



**«Асоціативний куш».** Доречно застосовувати цей метод на етапі актуалізації знань, під час перевірки домашнього завдання, у ході подавання нового матеріалу або на етапі закріплення.

Організовується наступними етапами:

1. Спочатку записати головне слово чи словосполучення.
2. Записати слова та фрази, які спадають на думку учня з обраної теми;
3. Коли всі ідеї записані, тоді варто установити зв'язки між поняттями.

Наступний метод – «Навчаючи – учусь» (інші його назви – «Броунівський рух», «Кожен учить кожного»). Суть методу: для початку викладач роздає завдання, а здобувачі освіти протягом кількох хвилин ознайомлюються з інформацією із роздруківок, наступним етапом є перевірка викладачем того, чи розуміють учні прочитане. Далі викладач скеровує здобувачів освіти на те, щоби вони ходили класом, ознайомлюючи інших зі своєю інформацією. Основне правило для здобувачів: вихованець може одночасно навчати лише когось одного. Таким чином, кожен ділиться своєю інформацією, а натомість дізнається від інших нову.

### **Інноваційні методи навчання**

До категорії інноваційних технологій навчання належать традиційні та новітні методи навчання, методичні напрацювання сучасних педагогів.

*Гейміфікація* – використання ігрових практик та механізмів у неігровому контексті для залучення користувачів до вирішення проблем. Ця технологія закликає до експериментів і дискусій.

*Проектні роботи* – наприклад, навчальний проект передбачає комплексний характер діяльності всіх його учасників (застосування учнями знань та навичок для розв'язання проблем сьогодення, підвищення їхнього рівня відповідальності при виконання роботи).

*Інформаційно-комунікаційні технології навчання.* Сюди належать роботи з інтерактивними картами, з пошук інформації у віртуальних словниках, робота з різними застосунками, сучасними програмами.

*Інтегровані методи навчання.* Уроки подібного формату надзвичайно багато: урок-вистава, урок-літературна кав'ярня, урок-інсценування, заняття-експеримент, урок-аукціон, заняття-подорож, урок-суд, урок-ділова зустріч і подібні.

*Інноваційні (новітні) форми роботи з інформацією,* її структуруванням (ментальні мапи, скрайбінг, сторітелінг, портфоліо, відео-огляд.

### **Практичні методи навчання**

Практичні методи спрямовані на те, щоб дати змогу здобувачам освіти застосувати набуті знання на практиці, переконатися в достовірності теоретичних знань, на можливість експериментувати.

Практичні методи скеровують здобувача освіти чи студента на пошук, на самостійне рішення поставлених задач, окрім того вони розвивають уважність та спостережливість.

*Метод вправ.* Їх застосовують з метою багаторазового виконання різноманітних завдань для відпрацювання практичних навичок. Види вправ: усні, письмові, технічні, графічні, за метою – вступні, тренувальні, пробні, творчі.

*Лабораторні роботи* виконують з здобувачами освіти для того, щоб провести досліди, при експериментуванні, при вивченні законів чи певних явищ, при підтвердженні чи спростуванні певних тверджень або ж при самостійних роботах.

*Практичні роботи.* Є видом активної самостійної роботи студентів чи здобувачів освіти, що проводиться із застосуванням різноманітних методів, матеріалів, інструментів, приладів.

### **Наочний метод навчання**

З-поміж усіх методів наочний є найбільш ефективним, що зумовлено фізіологією людської пам'яті – здатністю запам'ятати близько 80-ти %

побаченого, оскільки побачене впливає на емоційно-чуттєву складову людини, підвищуючи ефективність навчання. Принцип наочності розробив педагог Я.А.Коменський, вважаючи цей метод основним у дидактиці.

Перевагами цього методу є наступне:

- навчальна інформація подається візуально, а не лише теоретично;
- ефективність навчання підвищується за рахунок легкості сприйняття й засвоєння матеріалу;
- позитивний вплив на психіку здобувача/ студента, її активізація, мобілізація;
- тренування уяви;
- зменшення втомлюваності за рахунок доступності.

До наочних методів зараховують ілюстрацію, демонстрацію та спостереження, до ілюстративних методів, що представляють символічність і статичність матеріалів, зараховують: схеми, графіки, діаграми, таблиці, малюнки, карти, ментальні мапи, зображення, портрети, світлини.

Демонстрація передбачає показ наочності в динаміці, у дії:

- креслення на дошці;
- проведення експериментів з фізики чи хімії;
- показ фільмів, діафільмів, кінофрагментів;
- показ слайдів з презентації.

Серед нових методів варто згадати: стрічки новин, інстаграм-стрічка, комікси, віртуальні екскурсії, квести, ребуси, пазли, кросворди, меми, гіфки, інтерактивні карти, ментальні мапи.

Позитивні моменти у застосуванні наочного методу:

- можливість не лише почути про конкретні речі, явища, а й побачити їх;
- можливість здійснювати порівняння й аналіз різних явищ.

### **Методи дистанційного навчання**

У форматі дистанційного навчання форми подачі матеріалу можуть бути в асинхронному (опрацювання матеріалу студентом чи здобувачем освіти

відбувається без участі викладача в довільному порядку) та синхронному форматах (в режимі реального часу).

В асинхронному режимі можна використовувати різні форми навчання, а саме: інструменти Google, веб-сайти (розробка власного сайту на відповідних платформах), навчальні платформи (Нова Школа, Matific), відеоуроки, онлайн тестування (Всеосвіта, На урок, Google Forms), інтерактивні дошки (наприклад, Padlet).

У синхронному режимі засоби викладу матеріалу можуть мати різний характер використання.

- найперше варто згадати відеоконференції. Відеозустріч відбувається через платформи Meet, Zoom, Discord, Skype, FreeConferenceCall та інші. Зустріч організовується через заздалегідь створене покликання або через QR code. У такому форматі можна проводити також онлайн-дискусії, онлайн-опитування та онлайн-консультації;

- наступним є стрімінг через YouTube або Twitch;

- робота в месенджерах. Найчастіше це онлайн-спілкування. Можна використовувати чати й спільноти. Їх використовують не лише для поінформування учнів стосовно домашнього завдання, а й для консультування учнів/студентів, при проведенні опитувань;

- запис навчальних відео (скринкасти, відеосупровід, відеоурок). Скринкаст. Запис відеоконференцій можна здійснювати через (Loom, OBS Studio, CamStudio, Bandicam);

- тренажери для самостійної роботи здобувачів, студентів. тестування можна проводити через Google Форми, LearningApps ClassTime, платформи Всеосвіта, На урок;

- проєктна діяльність учнів (зазвичай це Google Презентації);

- квізи, вікторини можна проводити через Kahoot, myQuiz, Quiziz.

У ході онлайн-навчання ефективними методами й прийомами можуть бути:

- квести;

- онлайн-скетчі та колажі;
- інтерактивні лекції;
- віртуальні портфоліо й лепбуки;
- «Намистини» у формі челенджу;
- графічні або ж технічні вправи із застосуванням інтернет-ресурсів;
- «мікрофон» з онлайн-модератором;
- гейміфікація;
- глосарії-хештеги.

## **1.2 Роль мультимедійних ресурсів і онлайн-інструментів у створенні візуальних навчальних матеріалів на основі зображень з телескопів**

Розвиток інформаційних технологій в сучасному часі активно також впливає і на освіту. Кожен навчальний предмет, згідно програми Міністерства і освіти науки України, повинен містити міжпредметні зв'язки, а також для кращої наочності використання онлайн-інструментів, або веб-ресурсів для створення освітнього контенту. Наприклад, на уроках фізики з-за відсутності якісної або неповноцінної матеріальної бази у якості демонстрацій, особливо під час виконання лабораторних робіт, дозволяється використання відео демонстрацій або симуляторів (імітаторів). Під час вивчення в закладі середньої освіти розділу фізики «астрономія», теж потрібно активно застосовувати онлайн-інструменти та веб-ресурси. Згідно статистики, здобувач освіти під час навчання краще запам'ятовує отриману інформацію під час виконання практичних завдань, чим під час уроки у вигляді лекції з використання підручника. Наприклад, при використанні зображень, отриманих із роботизованих телескопів, відбувається збагачення навчальних матеріалів та можливість краще зрозуміти складні наукові концепції.

Мультимедійні ресурси мають переваги перед звичайним, класичним способом викладання курсу астрономії. Наприклад, з психологічної точки зору, більш яскраві, насичені зображення і анімації привертають більшу увагу у здобувачів, ніж звичайний текст. Використання тривимірних моделей

дає змогу подивитися на космічний об'єкт з усіх можливих ракурсів, ніж це звичайне 2D фото. Також отримання справжніх даних (наприклад, відстань між космічними тілами) дає змогу здобувачам аналізувати інформацію отриману власноруч, ніж та, що подається як теоретична.

Отримане зображення з роботизованого телескопа дає змогу проводити дослідницькі проекти. В програмі «Навчальні програми з фізики й астрономії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти затверджені Міністерством освіти і науки України наказом № 1539 від 24.11.2017 року (рівень стандарту, профільний рівень), авторський колектив під керівництвом Ляшенка О. І.» в кожному розділі подається більше конкретно теоретична частина про космос. Практикуми з розв'язування задач вимагають здобувачів використовувати наявні закони і формули до них, опираючись на вже існуючу теорію. При наявності зображення з роботизованого телескопа здобувач освіти може отримати наступне завдання від викладача, де потрібно виконати аналіз змін в космічних об'єктах, наприклад, виконати дослідження змін яскравості супернових.

Зображення з роботизованого телескопу дає можливість проводити більш цікаві лабораторні роботи. Наприклад, потрібно розрахувати відстань між Сонцем та Ураном в певний день та час. Спираючись на показники з необхідних для цього засобів, здобувачі працюють над виконанням лабораторної роботи, роблячи всі необхідні пояснення та висновки.

### **1.3 Вплив мультимедійних ресурсів на навчальний процес**

Мультимедійні ресурси та онлайн-інструменти мають багатогранний вплив на процес навчання, особливо в контексті використання зображень з телескопів. Вони не тільки підвищують якість подання інформації, а й формують новий підхід до навчання. Особливо в умовах дистанційного навчання в закладі освіти дозволяють вивчати астрономію не виходячи з власної домівки.

Сучасні онлайн-платформи дають змогу здобувачам освіти отримати доступ до даних майже в будь-який момент часу і будь-якій точці світу. Веб-

інструменти, які мають доступ до даних з роботизованих телескопів та можливість безкоштовно їх переглядати, а також використовувати в навчальній діяльності. Приклади таких платформ це NASA Image and Video Library, ESA Hubble Space Telescope Gallery, Chandra X-ray Observatory Archive, The Schools' Observatory. Додаткова перевага, це зрозумілий інтерфейс, а також підтримка багатьох мов, що полегшує здобувачам освіти зрозуміти принцип роботи платформи, а також необхідність для роботи це наявність пристрою та доступу до мережі Інтернет.

Для імітації і більш конкретного розуміння будови Всесвіту, або окремих його частинок, наприклад, зірок, планетних систем, галактик або чорних дір існує можливість створення 3D моделі візуалізації або анімації. В такому випадку здобувачі освіти більш детальноше мають змогу вивчити будову космічного тіла.

Вивчення зоряного неба це важливий етап в вивченні астрономії. Популярний додаток Stellarium дає змогу якісно і безкоштовно здобувачам освіти вивчати розташування зірок і сузір'їв у режимі реального часу.

Робота з мультимедійними ресурсами розвиває у здобувачів освіти розвиток вміння правильно аналізувати дані. Використання зображень з роботизованих телескопів, графіків, та великих обсягів інформації формує аналітичне і критичне мислення, розвиває медіаграмотність, цифрову грамотність. Також здобувачі можуть виконувати завдання для покращення математичних, фізичних знань, а також програмування. Завдяки мультимедіа, навчальні матеріали можуть бути адаптовані для здобувачів освіти з різними фізіологічними чи когнітивними особливостями.

Робота з зображеннями з роботизованих телескопів формує міжпредметні зв'язки. Наприклад з точки зору для фізики це порівняння законів, які діють на Землі і закони у космічному просторі, також аналіз процесів у Всесвіті, наприклад, умови утворення чорних дір. Математика необхідна для розрахунків, наприклад, для обрахунків орбіт, мас космічних

тіл, розмірів і відстаней між ними. Інформатика необхідна для впевненого користування веб-інструментами та онлайн-засобами.

Використання мультимедійних ресурсів у навчальному процесі грають дуже важливу роль. Вони значно трансформують освітній процес, роблять курс вивчення астрономії більш захоплюючим та цікавим. Використання зображень з роботизованих телескопів, анімацій, графіків, 3D моделей дають змогу сприяти глибшому засвоєнню навчального матеріалу, а також вмінню застосовувати набуті практичні знання на практиці.

#### **1.4 Огляд програми викладання астрономії у закладах загальної середньої освіти та переваги впровадження зображень з роботизованих телескопів у навчальну програму**

Навчальні програми з фізики й астрономії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту та профільний рівень) розроблені на основі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392.

Фізика та астрономія є фундаментальними науками, що вивчають загальні закономірності перебігу природних явищ, закладають основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дають загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Крім наукового вони мають важливе соціокультурне значення і є сьогодні невід'ємною складовою культури людської цивілізації, рушійною силою науково-технічного та соціально-економічного прогресу. Сучасна фізика виступає теоретичною основою сучасної техніки і технологій, а астрономія розкриває сутність пізнання матерії та Всесвіту.

Компетентнісний потенціал навчального предмета «Фізика і астрономія» формує у здобувачів освіти наступні ключові компетентності: спілкування державною/рідною мовою, спілкування іноземною мовою, математична компетентність, компетентності у природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова компетентність, уміння вчитися впродовж життя,



ініціативність і підприємливість, соціальна та громадянська компетентності, обізнаність та самовираження у сфері культури, екологічна грамотність і здорове життя.

В основній школі вивчається базовий курс фізики, що закладає основи фізичного знання на явищному (феноменологічному) рівні. Початкові знання з астрономії в основній школі здобуваються в курсі «Природознавства» 5 класу, а також під час вивчення міжпредметних тем на уроках географії й фізики. Курс фізики і астрономії старшої школи є продовженням першого концентру природничої освіти основної школи, який забезпечив ознайомлення з проявами фізичних і астрономічних явищ природи, оволодіння елементарними навичками їх пізнання, формування початкових уявлень про природничо-наукову картину світу, сутність наукового пізнання засобами фізики й астрономії; фундаментальними науковими фактами, основними поняттями і законами з фізики, розвитком фундаментальних ідей і принципів, початковими відомостями про планету Земля, Сонячну систему, Землю і Місяць, освоєння космосу тощо.

В закладах загальної середньої освіти та закладах професійно (професійно-технічних) освіти загальна кількість годин на вивчення курсу «Фізики і астрономії» - 245, з них 35 для вивчення курсу астрономії. Розділ астрономії це останній розділ в вивченні. В попередніх навчальних програмах на вивчення курсу астрономії виділялось 17 годин, що є дуже мінімальною кількістю годин для формування базових знань і уявлень про Всесвіт.

У другому розділі курсу вивчення астрономії **«Фізика Сонячної системи»** містяться наступні теми: «Земля і Місяць. Природа тіл Сонячної системи. Космічні дослідження об'єктів Сонячної системи. Рух штучних супутників і автоматичних міжпланетних станцій. Розвиток космонавтики. Космогонія Сонячної системи.». В цих темах діяльність компонент передбачає дослідження тіл Сонячної системи з допомогою космічних апаратів. Рекомендовані демонстрації: фотографії планет, їхніх супутників,

малих планет, комет. Для перегляду вищезазначених демонстрацій використання зображень з роботизованих телескопів буде відмінним прикладу з методичної точки зору. Зображення дає можливість більш детальніше розглядати космічні об'єкти, та виконувати практичні завдання для кращого розуміння теми, закріплення навичок користування засобами ІКТ.

У третьому розділі курсу вивчення астрономії **«Методи та засоби фізичних і астрономічних досліджень»** містяться наступні теми: «Основні фотометричні величини та їх вимірювання. Спектроскоп. Спектральний аналіз та його застосування. Випромінювання небесних світил. Методи астрономічних спостережень. Принцип дії і будова оптичного та радіотелескопа, детекторів нейтрино та гравітаційних хвиль. Приймачі випромінювання. Застосування в телескопобудуванні досягнень техніки і технологій. Сучасні наземні й космічні телескопи. Астрономічні обсерваторії». В цьому розділі використання зображень з роботизованих телескопів має особливе значення. Діяльнісний компонент передбачає спостереження за космосом за допомогою шкільного телескопа, а також відвідування астрономічних обсерваторій.

Спостереження за космічними тілами це дуже цікавий і важливий процес у вивченні курсу астрономії. Використання телескопів передбачено у нічний час, при мінімальному освітлені штучними засобами у населеному пункті. В сучасний час створити подібні умови для здобувачів освіти це суттєва проблема. Навчання в закладах загальної середньої освіти відбувається у першій половині дня, деякі заклади працюють дистанційно. Це перша причина, яка унеможливорює використання телескопів у навчальному процесі.

Здобувачі освіти повинні знати як виглядає телескоп, будову та порядок для експлуатації. Використання телескопу-макету вирішить це питання, але отримати повноцінне зображення або уявлення про космос цього недостатньо. Вартість телескопу для спостереженням за космічними тілами

сягає від 60000 гривень. Не кожний заклад освіти має такі кошти. І проблемним питанням є перебування здобувачів освіти в нічний час, а також погодні умови.

Отримати якісне зображення Всесвіту, космічних тіл дають можливості астрономічні обсерваторії. В Україні налічується 7 обсерваторій без врахування малогабаритних: Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Астрономічна обсерваторія Львівського університету, Одеська обсерваторія, Кримська астрофізична обсерваторія, Миколаївська астрономічна обсерваторія, обсерваторія Радіоастрономічного інституту НАН України та Харківська астрономічна обсерваторія. В умовах воєнного часу деякі обсерваторії закриті для відвідування здобувачів. Крім того, для тих людей, які не навчаються в цих закладах освіти, немає можливості повноцінно працювати на них, вирішувати задачі, досліджувати Всесвіт в повному обсязі. Варто взяти до уваги вартість відвідування обсерваторій, графік роботи зазвичай з 20:00 і до 22:00, а також повернення здобувачів до домівки. В мирний час це організовується набагато простіше, ніж в воєнний час. Використання зображень з роботизованих телескопів дає змогу працювати з астрономічними тілами під час уроків в закладах загальної середньої освіти, або вдома, під час дистанційного навчання.

## **РОЗДІЛ 2 МОЖЛИВОСТІ ТЕЛЕСКОПІВ У ВИКЛАДАННІ АСТРОНОМІЇ**

### **2.1 Історія перших телескопів і їх внесок в розвиток астрономії**

Телескоп (заст. — далекогляд) — прилад для спостереження віддалених об'єктів, був вперше сконструйований у 1608 році трьома винахідниками — Гансом Ліпперсгеєм, Захарієм Янсенем та Джейкобом Метьюсом. Значно вдосконалений Галілео Галілеєм у 1609 році. []

Винахід телескопа дає сильний поштовх для розвитку астрономії. В 1610 році Галілео Галілей виявляє супутники Юпітера, плями на Сонці, фази Венери, специфіку рельєфу Місяця. В подальшому відбувається вдосконалення і розвиток рефрактивних (лінзових телескопів), які дають більше можливостей для вивчення Всесвіту. Лінзові телескопи побудовані на принципі використання систем лінз для заломлення світла та формування зображення. Недоліком подібних телескопів є хроматична аберація (спотворення кольорів). Незважаючи на такі прогалини, астрономи активно починають вивчати Всесвіт. Так, в 1659 році Йоганном Кеплером було чітко пояснення природи кілець Сатурна, Джованні Кассіні 1672 році виявляє п'ятий супутник Сатурна Рея, інші науковці починають вивчати планети Нептун та Уран. Відбувається модифікація телескопів, а саме збільшення фокусної відстані майже до 45 метрів.

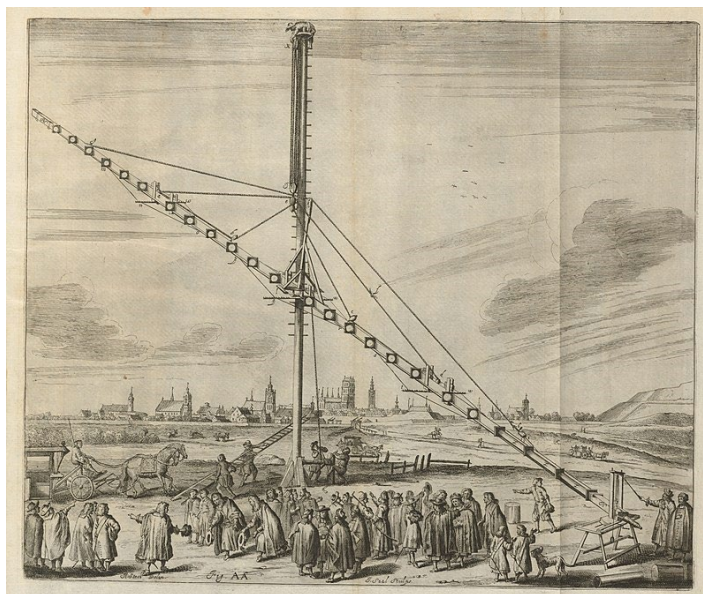


Рис. 2.1 Гравюра на дереві, ілюстрація 45 м (148 футів) кеплеровського телескопа, побудованого Йоханнесом Гевелієм. Малюнок з його книги «Machina Coelestis» (перша частина), опублікована в 1673 році.

Недоліком подібного рішення було те, що для тримання конструкції телескопу потрібно будувати буде вільні ліса, а також крани, які їх будуть тримати. Зазвичай ця конструкція була низької надійності, часто труба починала гнутися, а вітер починав утворювати вібрації, які в кінцевому результаті могли обвалити повністю всю конструкцію.

Деякі дуже довгі заломлюючі телескопи, побудовані після 1675 року, взагалі не мали труби. Об'єктив встановлювався на обертовому кульовому шарнірі на стовпі, дереві або будь-якій доступній високій конструкції і спрямовувався за допомогою нитки або кривошипа. Окуляр був або ручним, або встановленим на підставці для фокусування, і зображення знаходили методом проб і помилок. Телескоп, що отримав назву підзорної труби, приписують Християну Гюйгенсу та його брату Костянтину Гюйгенсу, але невідомо, чи саме вони винайшли такий телескоп. Християн Гюйгенс і його брат створили об'єктив діаметром близько 220 мм і фокусною відстанню 64 м, тоді як інші, такі як Адріан Озу, побудували телескопи з фокусною відстанню близько 180 м. Ці телескопи були величезні за довжиною, складні у використанні і вимагали від спостерігача навичок і терпіння. Кілька інших

астрономів використовували аеростатні телескопи. Кассіні відкрив третій і четвертий супутники Сатурна в 1684 році за допомогою телескопів з фокусною відстанню 30 м і 41 м, побудованих Джузеппе Кампані.

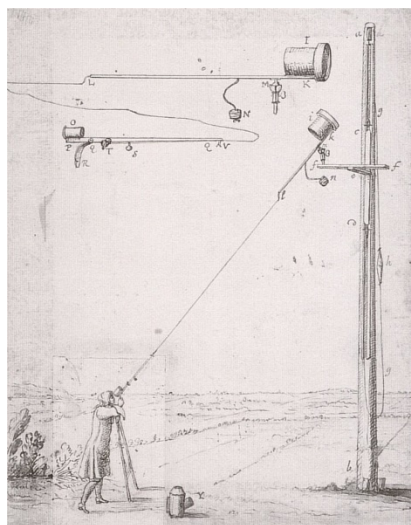


Рис. 2.2 Повітряний телескоп Гюйгенса

У 1636 році Марін Мерсенн запропонував телескоп, що складався з параболічного первинного дзеркала і параболічного вторинного дзеркала, який вирішував проблему бачення зображень, вловлюючи їх через апертуру первинного дзеркала. Джеймс Грегорі у своїй книзі «Optica Promotor» (1663) пояснив цей принцип роботи більш детально, зазначивши, що телескоп, який відбиває, з дзеркалом у формі частини конічної секції може виправляти сферичні аберації, а також хроматичні аберації, які спостерігаються в заломлюючих телескопах. Конструкція, яку він розробив, носить його ім'я: «Григоріанський телескоп», але вона не мала практичної технології для реалізації своїх ідей, і після багатьох безрезультатних спроб Джеймс був змушений відмовитися від практичного застосування телескопа.

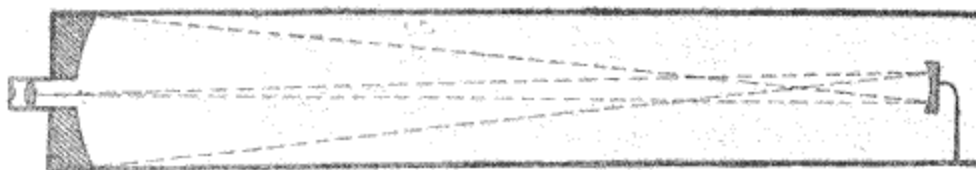


Рис. 2.3 Шлях світла у Григоріанському телескопі.

У 1666 році Ісаак Ньютон, спираючись на свою теорію заломлення і кольору, зрозумів, що несправність заломлюючих телескопів спричинена не недосконалою формою лінз, а різним заломленням лінзами різнокольорового світла. Він дійшов висновку, що світло не може заломлюватися лінзою, не викликаючи хроматичної аберації - помилковий висновок, зроблений на основі деяких грубих експериментів. З цих експериментів Ньютон зробив висновок, що вдосконалити заломлюючий телескоп неможливо. У своїх експериментах з дзеркалами Ісаак показав, що дзеркала не мають хроматичної аберації лінз і що для всіх кольорів світла кут падіння і кут відбиття світла, відбитого від дзеркала, рівні. Ньютон мав намір побудувати рефлекторний телескоп як доказ своєї теорії. Після довгих експериментів він вибрав сплав олова і міді як найбільш підходящий матеріал для дзеркальної лінзи. Потім він розробив інструменти для шліфування та полірування сплаву, але вибрав для дзеркала сферичну, а не спрощену параболоїдну форму. Біля головного фокусу дзеркала він додав «похиле дзеркало», яке відбивало зображення під кутом  $90^\circ$  до окуляра, встановленого збоку телескопа, що стало особливістю конструкції ньютонівського телескопа.

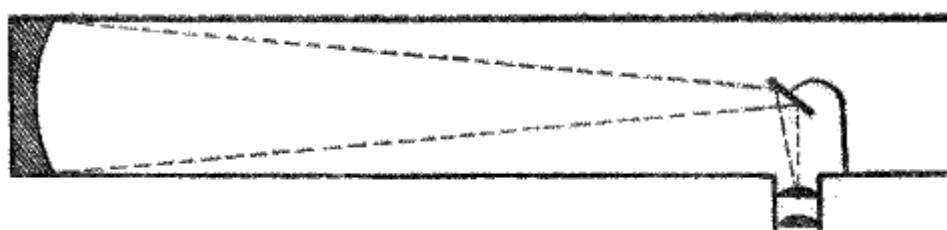


Рис. 2.4 Шлях світла у Ньютонівському телескопі.

Використання дзеркального телескопу дало змогу Ньютону бачити супутники Юпітера, які були відкриті Галілеєм, а також фази Венери. Цей тип телескопу досі називають «ньютонівським телескопом».

Наступний тип телескопів це композитивні телескопи, або телескоп Кассегрена. Телескоп Кассегрена - це оптична система телескопа-рефлектора, що складається з головного увігнутого дзеркала і допоміжного опуклого дзеркала.

Симетричні телескопи Кассегрена характеризуються тим, що обидва дзеркала розташовані на одній оптичній осі, а в центрі первинного дзеркала зазвичай є діафрагма, через яку світло потрапляє в окуляр, камеру або іншу світлоприймаючу частину. В асиметричних телескопах Cassegrain допоміжне дзеркало можна нахиляти, щоб зменшити тінь від головного дзеркала.

У класичних телескопах Кассегрена для головного дзеркала використовують параболічні рефлектори, а для допоміжного - гіперболічні дзеркала. Однак є деякі відмінності у виготовленні дзеркал. Продуктивність вища, якщо первинне дзеркало гіперболічне, але воно також може бути сферичним або еліптичним, які легше виготовити.

Цей метод був запропонований французьким фізиком Лораном Кассегреном у 1672 році, але його робота не є достовірною.

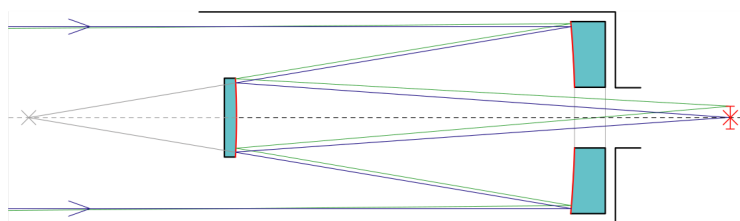


Рис. 2.5 Хід променів у телескопі Кассегрена

## 2.2 Телескоп Річі - Кретьєна

Великим поштовхом для розвитку телескопів став телескоп-рефлектор, винайдений на початку 1910-х років американськими астрономами Джорджем Віллісом Річі та французьким астрономом Анрі Кретьєном. Перший телескоп, який сконструював Річі, мав апертуру довжиною 60 сантиметрів, пізніше був створений 102-сантиметровий телескоп для військово-морської обсерваторії Сполучених Штатів Америки, який продовжує працювати по сьогоднішній день на станції Флагстафф в штаті Аризона.

Телескоп Річі — Кретьєна (ТРК або просто РК) — це телескоп-рефлектор, який має гіперболічне первинне дзеркало та гіперболічне



вторинне дзеркало. Така конструкція усуває поза-осьову кому, від якої страждає якість зображення старіших рефлекторів (Кассегрена, Грегорі). Завдяки цьому ТРК має ширше поле зору. Від середини ХХ століття більшість великих професійних дослідницьких телескопів будують за схемою Річі — Кретьєна. Деякі відомі приклади подібних телескопів це космічний телескоп Габбл, телескопи Кека та Дуже великий телескоп ESO. []

Базова конструкція телескопу Річі — Кретьєна з двома поверхнями не має коми третього порядку та сферичної аберації, хоча вона страждає комою п'ятого порядку, значним великокутовим астигматизмом та порівняно великим кривим полем. Решту аберацій базової конструкції можна зменшити додаванням менших оптичних елементів поблизу фокальної площини. При фокусуванні посередині між сагітальною та тангенціальною фокальними площинами зорі зображуються кругами, що робить телескопи Річі — Кретьєна придатним для широких польових та фотографічних спостережень. Як і в інших рефлекторів системи Кассегрена, телескопи Річі — Кретьєна мають дуже коротку оптичну трубу і компактну конструкцію для заданої фокусної відстані. Телескоп Річі — Кретьєна має відмінні оптичні характеристики поза віссю, але конфігурація Річі — Кретьєна найчастіше зустрічається на високопродуктивних професійних телескопах.

Телескоп лише з одним вгнутих дзеркалом, наприклад ньютонівський, завжди матиме аберації. Якщо дзеркало сферичне, воно спричинятиме сферичну аберацію. Якщо для виправлення сферичної аберації дзеркало зроблено параболічним, воно обов'язково матиме кому та астигматизм. За допомогою двох несферичних дзеркал, як у телескопі Річі — Кретьєна, можна усунути кому. Це дозволяє збільшити корисне поле зору. Однак такі конструкції все ще страждають астигматизмом. Його теж можна усунути, включивши третій криволінійний оптичний елемент. Коли цей елемент — дзеркало, результатом є тридзеркальний анастигмат. З іншого боку, телескоп Річі — Кретьєна може використовувати одну або кілька малих лінз перед фокальною площиною для корекції астигматизму та вирівнювання фокальної

поверхні, як, наприклад, телескоп SDSS та телескоп VISTA; це може забезпечити поле зору діаметром близько  $3^\circ$ .

На практиці кожна з цих конструкцій може також включати певну кількість плоских дзеркал для зручного згинання оптичного шляху. У конструкції Рітчі — Кретьєна, як і в більшості систем Кассегрена, вторинне дзеркало закриває центральну частину апертури. Кільцева вхідна апертура значно знижує частотно-контрастну характеристику в діапазоні низьких просторових частот, порівняно з конструкцією з повною апертурою, такою як рефрактор. Це виявляється в зниженні контрасту зображення широкосмугових деталей. Крім того, опора для вторинного дзеркала («павук») може вносити дифракційні викривлення.

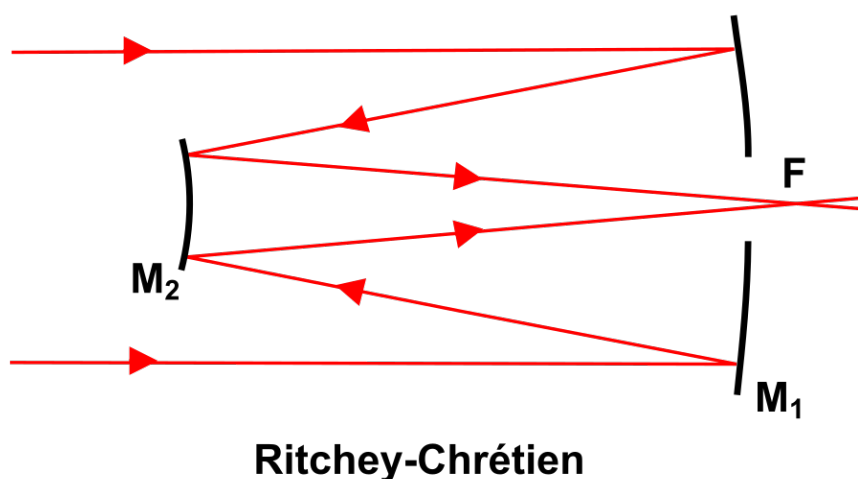


Рис. 2.6 Схема телескопа-рефлектора Рітчі — Кретьєна

Телескоп Річі — Кретьєна потребує мінімального додаткового обладнання, як правило, невеликого оптичного пристрою, який називається нульовим коректором, що робить гіперболічний первинний вигляд сферичним для інтерферометричної перевірки. На космічному телескопі Габбл цей пристрій був встановлений неправильно (відбиття від сторонньої поверхні спричинило неправильне вимірювання положення лінзи), що призводить до похибки в первинному дзеркалі Габбла. Неправильні нульові

коректори призвели й до інших помилок у виготовленні дзеркал, наприклад, у Новому технологічному телескопі.

Розвиток і використання телескопів в науці поступово починає переходити і до закладів освіти того часу, роблячи предмет «Астрономія» важливим для вивчення і підготовки майбутніх науковців для опанування Всесвіту.

### **2.3 Використання можливостей телескопів в сучасному освітньому середовищі**

Радіоастрономія - одна з найсучасніших галузей сучасної науки, яка вивчає Всесвіт за допомогою аналізу радіохвиль, що випромінюються небесними об'єктами.

Можливості радіотелескопів більші ніж, у оптичних телескопів. Радіотелескопи дозволяють досліджувати радіовипромінювання Сонця, пульсари, молекулярні хмари, описувати процеси зіркоутворення. Ще одна з переваг це можливість «бачити» космічні об'єкти, які невидимі в оптичному діапазоні. Деяким університетам в Сполучених Штатах Америки та Канади надають обмежений доступ до зображень і сигналів з таких телескопів, але це відбувається під сильним контролем менеджерів. Вартість радіотелескопів і обладнання до них дуже висока, спеціалісти (викладачі) потребують серйозної підготовки для роботи з даними з таких телескопів. Використання в освіті в Україні поки не має можливості працювати з подібними об'єктами. В перспективі такі проекти, як SKA (Square Kilometer Array), відкриють нові горизонти для освітніх ініціатив в тому числі й для нашої держави.



Рис. 2.6 Дуже великий масив (англ. Very Large Array, VLA) — радіотелескоп-інтерферометр, Нью-Мексико, США.

З розвитком інформаційних технологій відбувається покращення і можливості цифрових телескопів. Оптичні телескопи - це телескопи, які збирають і фокусують електромагнітне випромінювання в оптичній області. Основна роль оптичного телескопа - збільшити яскравість і видимий кут небесного об'єкта, тобто кількість світла, що надходить від об'єкта (оптичне пропускання), щоб можна було вивчати дрібні деталі спостережуваного об'єкта (роздільна здатність). Збільшене зображення небесного об'єкта можна побачити або сфотографувати. Основними параметрами, що визначають характеристики телескопа (оптичну роздільну здатність і оптичне пропускання), є діаметр (апертура) і фокусна відстань об'єктива, а також фокусна відстань і поле зору окуляра. []

Електронна революція початку 21-го століття призвела до розробки комп'ютерних телескопів у 2010-х роках, що дозволило непрофесійним астрономам спостерігати за зірками і супутниками за допомогою відносно недорогого обладнання, використовуючи методи цифрової астрофотографії, розроблені професійними астрономами за останні кілька десятиліть. Для проведення астрономічних спостережень телескопи мають бути електронно з'єднані з комп'ютером (смартфоном, планшетом або ноутбуком). Цифрові

технології дозволяють складати кілька зображень, віднімати шумову складову спостережень і отримувати зображення об'єктів Мессьє і слабших зірок до видимої зоряної величини 15 за допомогою обладнання споживчого класу. []



Рис. 2.7 Північний оптичний телескоп на Ла Пальмі

Цифрові телескопи мають певні особливості. В сучасних цифрових телескопах вбудована система GoTo, яка дозволяє автоматично наводити прилад на обраний об'єкт, тим самим полегшуючи спостереження для користувачів з малим досвідом роботи, наприклад, для здобувачів закладів загальної середньої освіти. Цифрові камери подібних телескопів забезпечують високоякісні зображення космічних тіл, а саме зірок, планет, туманностей, галактик. Також цифрові камери можуть записувати відео, що дозволяє переглядати рух планет, комет або затемнення космічних об'єктів. Великою перевагою цифрових телескопів над радіотелескопів це те, що віддалений доступ до них вже більш доступніший, ним можна керувати за допомогою комп'ютерів, планшетів і навіть зі смартфона. Крім того, для таких телескопів розроблене спеціальне програмне забезпечення, яка дає можливість обробляти зображення, аналізувати дані і будувати до них графіки.

Згідно з навчальної програми для закладів загальної середньої освіти здобувачам пропонується проводити спостереження за Місяцем, планета в Сонячній системі та за її межами, зоряними скупченнями, галактиками, іншими космічними об'єктами. Під час вивчення курсу астрономії здобувачам пропонується використовувати вже готові зображення космічних тіл. Для покращення проведення уроку і зацікавленості до предмету, викладачем пропонується здобувачам освіти отримати самостійно зображення з роботизованого телескопу, розробивши для цього певну інструкцію. У здобувачів формуються навички роботи з високотехнологічним обладнанням, також під час роботи з отриманими зображеннями вони вчаться обробляти зображення астрономічних об'єктів, вчаться будувати і обробляти дані стосовно об'єкту, а також висвітлювати свої результати роботи у вигляді графіків, схем, таблиць, діаграм.

Велика перевага доступності до роботи цифрових телескопів полягає в тому, що під час дистанційного навчання за наявності інструкцій здобувачі освіти можуть самостійно спостерігати за явищами Всесвіту. Також це питання актуальне для місцевості з великим світловим забрудненням, пандемією або бойовими діями. Для багатьох здобувачів освіти використання зображень з роботизованих телескопів буде актуальне під час створення наукових проектів, написання курсових або дипломних робіт.

## **2.4 Майбутнє цифрових телескопів в освіті**

З кожним роком відбувається вдосконалення цифрових телескопів, обладнання до них, програмне забезпечення, а також доступність до всіх бажаючих, зацікавлених в вивченні курсу астрономії. Ключовим фактором використання роботизованих телескопів в освіті є простота використання. На початковому рівні астрономії достатньо інструкцій та інтуїтивного інтерфейсу для розуміння як користуватися цифровим телескопом. Висока точність зображень з роботизованих телескопів дає можливість отримувати більш точніші дані для розрахунків і розв'язування задач. Використання сервісів роботизованих телескопів доступні для всіх закладів освіти для

навчання та наукових цілей. Інтеграція роботи з програмним забезпеченням формулює міжпредметні зв'язки між такими навчальними предметами як фізика, астрономія, іноземна (англійська) мова, математика, інформатика.

Для використання повного обсягу можливостей роботизованих телескопів потрібно навчитися викладачу користуватися програмним забезпеченням продукту, створити інструкцію для правильного керування і зрозуміло подати це здобувачам освіти, зацікавивши їх. Деякі компанії роботизованих телескопів передбачають використання повного обсягу можливостей за певний фінансовий внесок в продовж місяця або одного навчального року, що недоступно для деяких закладів освіти. Також особливу увагу потрібно звертати увагу на обробку зображення з телескопу, тому що його можна відкрити в браузері на персональному комп'ютері або ноутбучі, але програмне забезпечення для його обробки може потребувати більш потужного апаратного забезпечення. Здобувачі освіти без персонального комп'ютера, особливо під час дистанційного навчання матимуть проблемні питання по роботі з такими зображеннями.

В майбутньому Міністерством освіти і науки України планується більш ширше використання можливостей роботизованих телескопів на уроках астрономії завдяки низької вартості доступу до систем телескопів. Також будуючи моделі космосу на основі зображень можна створювати віртуальні презентації з використанням VR-технологій, де здобувачі освіти можуть мандрувати космосом, рухати об'єкти, проводити з ними різноманітні дослідження, грати в ігри та просто проводити час. Цікавим буде створення певних платформ, де зможуть приєднуватися здобувачі з різних закладів освіти не тільки однієї країни, а й з інших континентів для спільного вивчення Всесвіту і обміном досвіду.

Роботизовані телескопи є потужним інструментом для освіти та наукових досліджень, який поєднує простоту використання з передовими технологіями. Вони відкривають нові горизонти у вивченні космосу,

стимулюють інтерес до науки й сприяють розвитку сучасного покоління астрономів.



## **РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ РОБОТИЗОВАНИХ ТЕЛЕСКОПІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

### **3.1 Конструкція та принцип роботи роботизованого телескопу**

Роботизований телескоп - це високотехнологічний пристрій для астрономічних спостережень, який може працювати автономно або дистанційно під керуванням комп'ютерної програми. Його робота базується на автоматизації локалізації, збору даних та обробки отриманих результатів.

Цифровий телескоп по типу може бути рефрактором, рефлектором або композитним в залежності від вимог. Оптична система в таких телескопах відповідає за фокусування світла від космічних або небесних об'єктів. Більшість роботизованих телескопів оснащується системами наведення або механізмами для автоматичного позиціонування ( системи GoTo). Система GoTo - це автоматизований механізм наведення телескопа на небесний об'єкт. Він поєднує в собі моторизовану систему керування телескопом і програмне забезпечення для автоматичного наведення телескопа на певний об'єкт, усуваючи потребу в ручних налаштуваннях. Зазвичай, цей механізм працює на основі двигунів з високою точністю і частотою обертання, а також використання енкодера, роль якого це визначення позиції телескопа.

Керування роботизованим телескопом відбувається за допомогою спеціального комп'ютера, який під'єднаний дротами безпосередньо до телескопу. Оператор за допомогою пристроїв вводу виставляє певні задачі для виконання і це дозволяє телескопу автоматично визначити своє положення за земній кулі та наводити фокус на задачі об'єкти. Використовується спеціальне програмне забезпечення, мета якого це планування спостережень, визначення оптимального часу для спостереження за космічними об'єктами, обробка отриманих даних. Деякі роботизовані телескопи під'єднані до захищеної мережі Інтернету для висвітлювання своєї роботи певному колу користувачів.

Труба та об'єктив телескопу містить набір цифрових камер типу CCD або CMOS. CCD матриця (скорочення від «charge-coupled device») або CCD

матриця (скорочення від «Charge-Coupled Device») - це спеціалізована аналогова інтегральна схема, що складається зі світлочутливих фотодіодів, виготовлених на основі кремнію, за технологією CCD - пристрої із зарядовим зв'язком. У CCD-матриці світло (заряд), що падає на піксель сенсора, передається від мікросхеми через один вихідний вузол, або лише через кілька вихідних вузлів. Заряди перетворюються в рівень напруги, зберігаються і відправляються у вигляді аналогового сигналу. Потім цей сигнал підсумовується і перетворюється в числа за допомогою аналого-цифрового перетворювача, що знаходиться поза датчиком.

CMOS (Complementary-symmetry/metal-oxide semiconductor) — технологія побудови електронних схем. На ранньому етапі для дисплея роботизованих телескопів використовувалися звичайні CMOS-чіпи, але якість зображення була низькою через низьку світлочутливість CMOS елементів. Сучасні CMOS-сенсори виготовляються за більш спеціалізованою технологією, що призвело до стрімкого зростання якості зображення та світлочутливості в останні роки. Чіпи CMOS мають ряд переваг. На відміну від CCD сенсорів, CMOS-сенсори містять підсилювачі та аналого-цифрові перетворювачі, що значно здешевлює кінцевий продукт, оскільки в ньому вже є всі необхідні елементи для отримання зображення. Кожен CMOS піксель містить електронні перетворювачі. CMOS сенсори мають більший функціонал і більш широкі можливості інтеграції. Однією з основних проблем при використанні CMOS сенсорів у відеокамерах була якість зображення. CCD матриці передбачали і продовжують забезпечувати більш низький рівень шуму. В результаті CMOS-чіпи вкрай погано поводитися при поганому освітленні, в порівнянні з CCD-чіпами. А оскільки недостатнє освітлення є однією з головних труднощів у відеографії, це стало серйозною перешкодою для використання CMOS-сенсорів в будові цифрових телескопів.

Ще однією слабкою стороною CMOS є спотворення, що виникають при захопленні динамічного зображення через слабку чутливість сенсора.

Зображення астрономічних об'єктів можуть містити дуже яскраві елементи, такі як зірки, а також дуже темні ділянки, наприклад, затемнення планет. З цієї причини широкий динамічний діапазон необхідний для обробки сцен з великими перепадами контрастів. CCD матриця має непогані параметри динамічного діапазону, але доступ CMOS до окремих пікселів дає набагато більше можливостей для отримання кращого динамічного діапазону. Також при використанні CCD-сенсорів яскраві плями в сцені можуть створювати вертикальні лінії на знімку і заважати розпізнаванню номерних знаків через вицвітання і розмазування. Незважаючи на те, що CCD сенсори мають більш високу характеристику чутливості, основним фактором, що обмежує їх використання, є низька швидкість зчитування заряду і, як наслідок, неможливість забезпечити високу швидкість формування зображення. Чим вище роздільна здатність сенсора, тим нижче швидкість формування зображення. Ці фактори обов'язкові для врахування при будові роботизованого телескопа.

Перед початком роботи цифровий телескоп етап ініціалізації. Телескоп визначає своє географічне положення на земній кулі за допомогою вбудованих засобів, такі як GPS-навігатор, гіроскоп, акселерометр. Наступний крок це перевірка годинника і систем координат для синхронізації з небесною сферою.

Після успішного завантаження усіх систем роботизованого телескопа, оператор задає координати для спостереження. Система GoTo знаходить об'єкт, використовуючи власну базу даних для пошуку розміщення астрономічних об'єктів. Спеціальні електродвигуни починають виставлення телескопу для точного положення фокусування на космічний об'єкт, використовуючи поточні координати і час. Система розраховує на точність наведення на об'єкт, починається процес фокусування для отримання чіткого зображення. За необхідності використовується адаптивна оптика для компенсації атмосферних коливань. Наступним кроком в роботі телескопу це фіксація цифровими камерами зображення або відео астрономічного об'єкта.

Отриманий файл передається на сервер для збігання і подальшої обробки, де за допомогою спеціального програмного забезпечення відбувається калібрування зображення, при цьому відбувається видалення шумів та дефектів на отриманому файлі. Фінальним етапом є підготовка для вивантаження отриманого зображення, на основі якого будуть створюватися астрономічні карти, графіки, та спектри для аналізу.

Роботизовані телескопи можуть працювати автономно. За допомогою спеціальних налаштувань телескоп самостійно спланує і почне спостерігати незалежно від погодних умов за положенням астрономічних об'єктів або фазами Місяця. Віддалений доступ до роботизованого телескопу дає можливість оператору змінювати налаштування під час спостереження, а дослідники з усього світу та викладачі з здобувачами освіти можуть, не виходячи з аудиторії, стежити за космосом.

Роботизовані телескопи – це інноваційні інструменти для астрономії, які поєднують передові технології з традиційними методами спостереження. Його принцип роботи заснований на автоматизації, що робить космос більш доступним для дослідників, здобувачів освіти і ентузіастів астрономії в усьому світі.

### **3.2 Ліверпульський телескоп**

Ліверпульський телескоп (з англ.. Liverpool Telescope) – це роботизований телескоп із дзеркалом діаметром 2 метри. Астрономи та молодь усього світу використовують можливості телескопу для вивчення Всесвіту. Цей телескоп повністю роботизований і не потребує людей на місці, то ним користуватися може будь-хто, хто користується мережею Інтернет.

Власним Ліверпульського телескопу є Ліверпульський університет імені Джона Мурса. Головна задача фахівців з університету це нагляд за телескопом та його обслуговування. У 2002 році був сконструйований на околицях міста Ліверпуль (Великобританія) на території одного з фалькутетів університету. Але використовувати його на території країни

було з-за погодних умов неможливим, тому вчені вирішили звернутися з питанням будівництва роботизованого телескопу на одному з островів Канарського архіпелагу в Атлантичному океані. Влада Іспанії дала дозвіл на будівництво майбутнього телескопу на острові Ла Пальма, він є частиною обсерваторії Роке-де-лос-Мучачос, яка розташована на висоті понад 2 400 метрів над рівнем моря. Розташування цього острову дає можливість спостерігати за космосом майже цілий рік без поганих погодних умов. В 2004 році будівництво Ліверпульського телескопу було завершено, і в цьому ж році він почав свою діяльність.

Телескоп має висоту 8,5 метрів і ширину 6,5 метрів, його вага сягає 24 тони. Незважаючи на свої габарити, електродвигуни швидко і точно рухають конструкцію телескопу, що дозволяє чітко спостерігати за астрономічними тілами та робити високоякісні знімки.

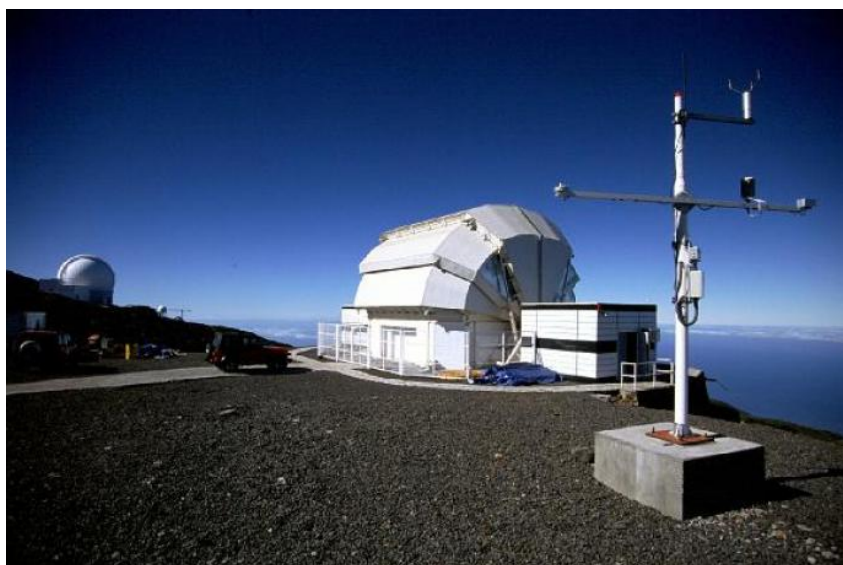


Рис. 3.1 Зовнішній вигляд Ліверпульського телескопу

Телескоп має міцний бетонний фундамент (пірс), на який спирається вся конструкція телескопу. Пірс зупиняє вібрації навколо майданчика, які заважають чутливим вимірюванням приладу. В основі розташовані (азимутні) пеленги, які дозволяють телескопу рухатися з боку в бік (по горизонталі). Підшипники обертального механізму мають дві плоскі металеві поверхні, які плавно ковзають одна по одній на тонкому шарі нафти, що дозволяє телескопу точно стежити за зірками. Під час роботи телескоп

повинен бути рівним. Якщо ні, він не зможе відстежувати рух зірок по небу вночі та робити фотографії. Основа телескопа має рівень з точністю до 20 мкм, товщиною з людську волосину.



Рис. 3.2 3D-модель конструкції пірсу та основи телескопу

Ліверпульський роботизований телескоп оснащений професійною цифровою камерою для отримання зображень (даних) астрономічних об'єктів на нічному небі. Також на телескопі встановлена оптична камера та інфрачервона камера. Є й інші прилади, такі як поляриметр і спектрографи. Призначення цих пристроїв в тому, що вони дозволяють вимірювати відстані у Всесвіті та елементи, з яких складаються зірки та інші об'єкти.

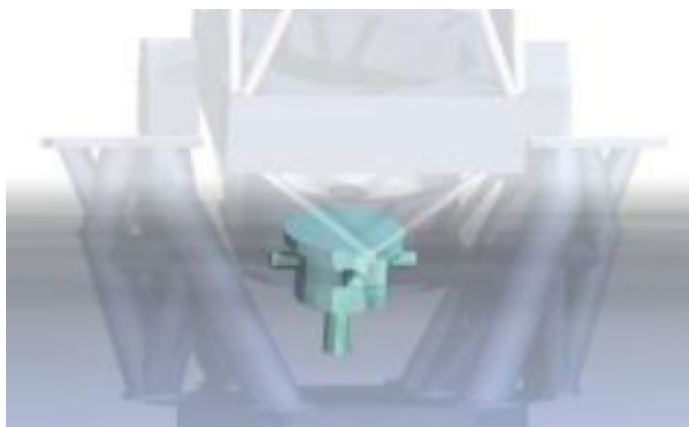


Рис. 3.3 Місце розташування цифрових камер в телескопі

В Ліверпульському телескопі використовується два дзеркала. Перше – це головне дзеркало в нижній частині телескопа. Воно має діаметр 2 метри і важить понад тонну. Його мета – отримати якомога більше світла від зірок. Поверхня вигнута таким чином, що світло потрапляє в точку або фокус, яке необхідне далі для використання цифрової камери, щоб зробити знімок невеликої частини. Головне дзеркало має бути виготовлене за високими стандартами і є найдорожчою частиною телескопа. Інше дзеркало називається вторинним. Воно знаходиться у верхній частині телескопа. Його мета полягає в тому, щоб відбивати світло назад до отвору посередині головного дзеркала. Це дозволяє світлу фокусуватися на приладах, роблячи зображення чітким. Процес створення дзеркал займає багато часу і потребує великої точності.

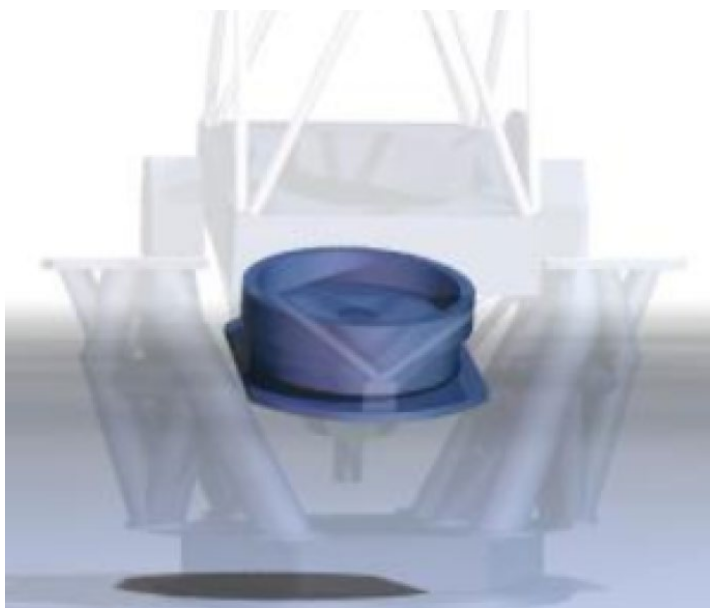


Рис. 3.4 Первинне і вторинне дзеркало телескопу

В телескопі для міцного фіксування дзеркал використовується дзеркальна комірка, яка утримує велике головне дзеркало на місці, коли телескоп рухається для огляду різних частин нічного неба. Це непросте завдання, так як дзеркало виготовляється зі скла і важить близько 1,1 тонни. При такій великій вазі телескоп трохи згинається, особливо коли він переходить з положення, що дивиться на горизонт, та на положення,

спрямоване прямо вгору (зеніт). Дзеркальна комірка компенсує ці незначні рухи в структурі телескопа і утримує оптику вирівняною.

Для кращого спостереження телескопу необхідно рухатися вертикально (вгору і вниз) по осі висоти. Підшипники цього руху знаходяться у верхній частині ярма. Вони такого ж типу, як і ті, що використовуються для переміщення телескопа з боку в бік. Ярмо спеціально розроблено, щоб бути максимально жорстким. Це важливо для того, коли телескоп рухається або коли вітряно. Вібрації, спричинені цими рухами, розмивають зображення, отримані телескопом. Ліверпульський телескоп був розроблений для роботи при швидкості вітру до 80 км/год.

Дзеркала розташовані у верхній та нижній частині телескопа. Вони кріпляться до центральної секції за допомогою сталевих ферм. Ці ферми надають жорсткості та підтримки важкому головному дзеркалу в основі та вторинному дзеркалу у верхній частині. Два дзеркала повинні знаходитися на одній лінії один з одним. Вага дзеркал, особливо головного дзеркала, буде навантажувати ферми. Це може спричинити ефект вигину. Щоб зупинити це, ферми утворюють трикутники, уздовж яких може переміщатися напруга. Трикутник - це дуже міцна форма. Мости та інші великі споруди використовують трикутники для створення стійкості.

Верхні ферми утримують основний корпус телескопа. До основного корпусу закріплюється вторинне дзеркало. Він має двигун, який дозволяє телескопу фокусуватися. Фокус можна знайти, обережно переміщаючи вторинне дзеркало ближче або далі від головного дзеркала вниз. Ці рухи контролюються з точністю до товщини людської волосини, тоді як діапазон рухів може становити до 5 см.

Основний час спостереження телескопу це період сутінок та захід Сонця. В цей час автоматизовані системи перевіряють погодні умови. Якщо відбуваються опади або сильний вітер, то захисний корпус телескопу не відкривається. Спеціальний корпус захищає дзеркало і прилади від дощу або негоди. Форма корпусу забезпечує циркуляцію повітря над телескопом. Це



запобігає турбулентності в повітрі поблизу телескопа. Будь-яка турбулентність призведе до того, що зображення виглядатимуть розмитими. При гарних погодних умовах дах кожуху розкривається та відбувається підготовка телескопу для подальшої роботи. Телескоп працює всю ніч за списком запитів на спостереження, надісланих у денний час. Після того, як дані зібрані, Ліверпульський роботизований телескоп надсилає їх назад тому, хто їх попросив.

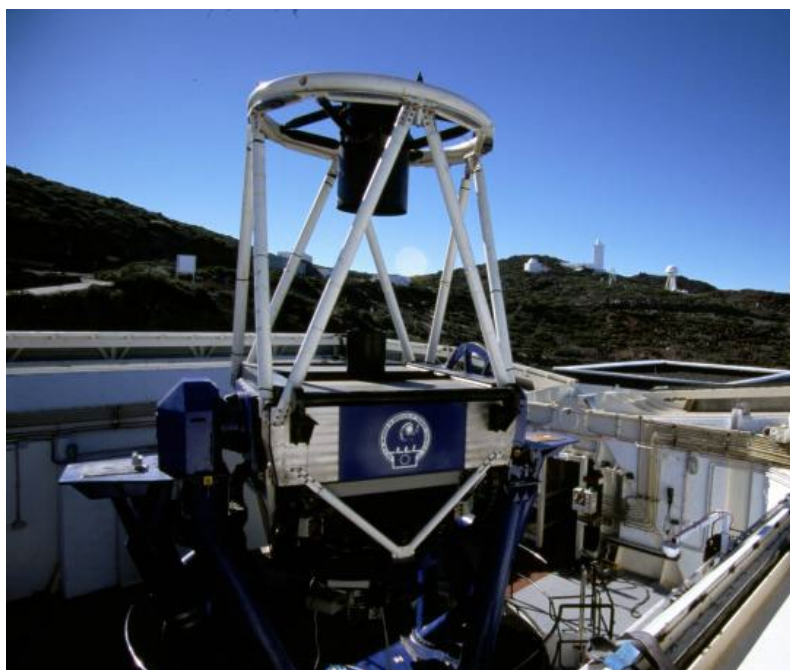


Рис. 3.5 Обслуговування Ліверпульського телескопа

Ліверпульський телескоп в основному використовується для астрономічних досліджень та навчання. Він також відіграє важливу роль у вивченні мінливих об'єктів у Всесвіті завдяки своїй здатності швидко реагувати на нові явища. Роботизований телескоп активно використовуються вченими, науковцями, викладачами, студентами й усіма зацікавленими з різних країн, і їх дані сприяють їх відкриттям в області астрофізики.

### 3.3 FITS-файли

FITS (від англ. Flexible Image Transport System) — «гнучка система передачі зображень» — це відкритий стандарт, який визначає цифровий формат файлу корисний для зберігання, передачі та обробки даних: у форматі

багатовимірних масивів (наприклад, 2D-зображення) або таблицях. FITS є найбільш поширеним форматом файлів в астрономії. Стандарт FITS розроблено спеціально для астрономічних даних та містить такі дані: опис фотометричної та просторової калібрувальної інформації разом з оригінальними метаданими зображення. []

Розроблення формату зображення FITS спеціально призначене для вмісту наукових даних, і крім власного зображення вони включають в себе метадані, описують інформацію, наприклад, значення фотометричного та просторового калібрування, обставини спостережень, історію обробки та ін. Перший стандарт FITS був опублікований в 1981 році. Остання версія – 4.0 (липень 2016 року).

Під "зображенням" у цьому форматі розуміється набір двійкових даних, розташованих на одній або більше координатних осях, які мають загальні параметри (такі як найменування об'єкта, спостерігач і т.д.). Наприклад, це може бути прямокутна матриця. Елементом матриці може бути ціле чи речове число. Або навіть довільно інтерпретований байтовий запис. Наприклад, у FITS-файл може бути записане зображення, що займає 999 координатних осей у стандартній чи нестандартній системі координат. У FITS-файлі блоку із зображенням може й не бути.

Загальний розмір файлів FITS завжди кратний 2880 восьми-бітових байт (історично). Кожен файл FITS має 1 або більше заголовків, включаючи ASCII рядки фіксованої довжини з 80 символів. Тема повинна бути закінчена ключовим словом END. Після заголовка знаходиться блок двійкових даних. Зображення завжди починається з початку блоку розміром 2880 байт. Простір між кінцем заголовка і початком зображення заповнене нулями. FITS-файли також часто використовуються для зберігання лише інформації без зображень (спектральні, матричні або структуровані дані бази даних). Файл FITS може містити кілька блоків. Кожен з них може містити об'єкт, наприклад, ви зберігання звичайних фотографій, рентгенівські та

інфрачервоні зображення в одному файлі. Стандартні розширення для файлів FITS: .fits, .fit, fts.

SIMPLE	=	T / FILE CONFORMS TO FITS STANDART
BITPIX	=	-32 / FITS BITS/PIXEL
NAXIS	=	2 / NUMBER OF AXES
NAXIS1	=	1178 / NUMBER OF POINTS ALONG AXE 1
NAXIS2	=	1300 / NUMBER OF POINTS ALONG AXE 2
END		

BITPIX	Назва	байт	Тип
-64	Дійсне подвійної точності	8	double
-32	Дійсне одинарної точності	4	single
8	Ціле однобайтове	1	byte
16	Ціле двобайтове	2	Int16
32	Ціле чотирьохбайтове	4	Int32

Рис 3.6 Мінімальний FITS-заголовок

Кожен заголовок має містити мінімальну кількість параметрів, необхідних для опису двійкових даних у файлі та представлення їх у вигляді масиву (обов'язкове поле). Крім того, FITS унікальний тим, що метадані зберігаються у зручному для читання форматі ASCII. Це зроблено для того, щоб ці дані могли читати не тільки програми, але й користувачі без спеціального програмного забезпечення. Це означає, що люди можуть легко інтерпретувати заголовки FITS. Заголовок FITS складається з рядка ASCII фіксованої довжини з 80 символів. Кожен рядок складається з пар ключ = значення. У парах "ключ = значення" міститься інформація про розмір, походження, координати та двійковий формат даних, коментарі у вільній формі, історія змін даних і все, що користувач вважає за необхідне. На додаток до зарезервованих ключів, користувачу дозволяється використовувати будь-які з невикористаних імен ключів.

Для роботи з FITS-файлами використовують наступне програмне забезпечення:

- SAOImage DS9 (перегляд і аналіз астрономічних зображень, можливість нанесення координатних сіток та інструментів для фотометрії);

- FITS Liberator (перетворює FITS-файли у графічні формати JPEG, PNG, BMP);
- Aladin Sky Atlas (можливість інтерактивної візуалізації астрономічних даних);
- LTImage v4.1 (перегляд чорно-білих та кольорових зображень, з можливістю зберегти файл у форматі JPEG, PNG, TIFF, BMP, інструмент «3-кольорове зображення» має покращений контроль над контрастом кожного кольору);
- ImageJ (наявність функції для опрацювання FITS-файлів);
- Astropy (пакет для роботи з астрономічними даними у Python);
- IRAF ((Image Reduction and Analysis Facility) потужний інструмент для аналізу спектроскопічних і фотометричних даних));
- MATLAB (підтримка інструменту FITS Toolbox);
- Topcat (формує дані у табличному варіанту, зручний для аналізу великих каталогів);
- NASA FITS Viewer (онлайн-інструмент для роботи з FITS-зображеннями);
- JS9 (аналог програми SAOImage DS9, заснований на роботі в веб-браузері).

### **3.4 Використання зображень з роботизованих телескопів на уроках астрономії**

Основною метою використання зображень з роботизованих телескопів під час вивчення курсу астрономії це зацікавленість та мотивація здобувачів освіти до спостереженням за Всесвітом і вмінням застосувати набуті знання. В процесі вивчення курсу астрономії згідно навчальної програми з фізики й астрономії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти затверджені Міністерством освіти і науки України наказом № 1539 від 24.11.2017 року (рівень стандарту, профільний рівень), авторський колектив під керівництвом Ляшенка О. І. розглядаються наступні розділи: основи практичної астрономії, фізика Сонячної системи, методи та засоби астрономічних та фізичних

досліджень, зорі і галактики, Всесвіт. В кожному з цих розділів при плануванні уроку дозволено використовувати інтерактивні засоби навчання. Згідно статистичних даних, більшість здобувачів освіти бажає бачити та активно приймає участь в ігрових формах проведення уроків з будь-якого навчального предмету. Таку методику можливо використовувати під час уроків з астрономії. Пропонується не кожен урок проводити у вигляді гри, вікторини або змагання, а використати одну практичну вправу для закріплення набутих знань з кожної теми.

Під час вивчення теми «Сонце, його фізичні характеристики, будова та джерела енергії. Прояви сонячної активності та їх вплив на Землю» практичною вправою здобувачам освіти пропонується розрахувати число Вольфа. Число Вольфа (міжнародне число сонячних плям, відносне число сонячних плям, цюрихське число) — назване на честь швейцарського астронома Рудольфа Вольфа; числовий показник кількості плям на Сонці. Є одним із найпоширеніших показників сонячної активності. В більшості випадків під час вивчення цієї теми викладачі використовуються архівні зображення з Сонця, або знайдені в мережі Інтернет. Більш потужною мотивацією для вивчення цієї теми, а також якісним показником для закріплення знань здобувачів освіти це навчити їх самостійно, за допомогою роботизованого телескопу отримати зображення Сонця, порахувати кількість груп сонячних плям, а також загальну кількість нарахованих плям. Після виконання цих дій здобувачі освіти за допомогою формули рахують число Вольфа. Отриманий результат вони можуть порівняти з інфографічними даними, які подає сервіс роботизованого телескопу. Завдання про розрахунок сонячних плям представлено в додатку А.

Переваги використання зображення з роботизованого телескопу для вивчення і рахування числа Вольфа на Сонці це доступність спостереження за зіркою, можливість за допомогою сучасних засобів та фільтрів отримати високоякісне зображення. Більшість закладів освіти не мають належного обладнання для спостереження за Сонцем, це дуже складний процес, який

потребу високоякісної підготовки та дотримання правил техніки безпеки. Неправильний підбір фільтрів може спричинити стан, що виникне при пошкодженні очей сонячним промінням, називається фотокератитом або ультрафіолетовим кератитом. Захворювання характеризується запаленням рогівки. Крім того, надто часте перебування на сонці без захисту може призвести до розвитку катаракти, вікової макулодистрофії та раку повік. Використання зображення з роботизованого телескопу повністю вирішує цю проблему і здобувачі освіти в безпечному для себе середовищі вивчають небесне тіло.

Під час вивчення теми «Сонце, його фізичні характеристики, будова та джерела енергії. Прояви сонячної активності та їх вплив на Землю» пропонується провести два уроки. Перший урок буде направлений на вивчення теоретичного матеріалу, з поданням фактів, зображень Сонця, які активно використовуються користувачами мережі Інтернет, зображення з астрономічних карт, або зображення Сонця з підручників. Бажано використовувати презентацію, за допомогою якою викладач буде розповідати новий матеріал, здобувачі освіти будуть робити записи в власні робочі зошити. Такий варіант проведення уроку зазвичай вважається класичним. У якості порівняння здобувачам освіти пропонується пройти анонімне опитування з проведення такого уроку. Питання анкети можуть містити наступні запитання: чи сподобався вам урок; що ви запам'ятали; що хотіли б побачити під час уроку з цієї теми; що бажаєте змінити; чи цікаво вам буде самостійно зробити спостереження за Сонцем? Після проходження здобувачами освіти анкети результати були очікуванні – більшість пропонує змінити формат проведення уроку, а також бажання і зацікавленість проведення спостереження. Змінити підхід до проведення уроку може саме розробка завдання з використанням зображення з роботизованого телескопу.

Онлайн-сервіс Space Weather Live має простий інтерфейс з можливістю переглядати і завантажувати зображення Сонця, працювати з групами сонячних плям (sunspot regions), корональними отворами (coronal holes),

викидами корональної маси (coronal mass ejections), сонячними спалахами (solar flares), та сонячними протонами (solar protons). Дотримуючись алгоритму виконання завдання по дослідженню сонячних груп та сонячних плям, здобувачі освіти працюють з більш детальнішими зображення у інфрачервоному фільтрі, роблячи більш точні спостереження та меншу похибку при розрахунках.

Під час вивчення розділу 2 «Фізика Сонячної системи» в програмі курсу вивчення астрономії на вивчення єдиного природного супутника Землі Місяця виділяється лише одна година. Цей супутник здобувачі освіти бачать регулярно в вечірній і нічний час, але, згідно статистики, їх знання щодо нього недостатньо насичені. Під час вивчення цієї теми здобувачам пропонується більш детально вивчити природу супутника, особливо його поверхню, а саме утворення кратерів, об'єкти, які там були розташовані, роль Місяця відносно Землі. Під час підготовки такого завдання викладачу необхідно підготувати зображення поверхні Місяця. Для отримання такого дидактичного матеріалу, викладач може скористатися безкоштовним онлайн-сервісом The Schools' Observatory. Цей сервіс працює безпосередньо з Ліверпульським телескопом, даючи змогу користувачам отримувати зображення з роботизованого телескопу галактик у кольорі або чорно-білого формату (можливість за отримання зображення спіральної галактики з планкою, а також емпіричною галактикою), Місяця, планет Сонячної системи, зірок, окремих астрономічних тіл. Крім того, що є можливість замовити зображення, формат якого FITS-файл, дозволено користуватися архівними зображеннями вищезазначених об'єктів, які теж підходять для використання на уроках астрономії для більш детального вивчення.

Для користування онлайн-сервісом The Schools' Observatory потрібно бути зареєстрованим користувачем. При реєстрації викладача на сервісі потрібно обрати роль «викладач», якщо реєструється студент – роль «студент». Кожна з цих ролей має певні можливості, крім того це вимога від викладача, щоб зареєстровані студенти мали роль студентів, в такому

випадку вони зможуть отримувати завдання для виконання. Для реєстрації необхідна електронна пошта. Інтерфейс – англійський, з можливостями браузера дозволяється робити переклад текстової інформації сайту.

Викладачу необхідно навчити здобувачів освіти користуватися сайтом, щоб в майбутньому вихованці самостійно могли робити заявку на отримання з роботизованого телескопу і працювати з ним. Після вдалого отримання зображення, працювати з ним необхідно з програмним забезпеченням, описаним в розділі 3.3. Онлайн-сервіс The Schools' Observatory пропонує завантажити з сайту програмне забезпечення LTImage. Завантажується у вигляді архіву, не потребує додаткового встановлення в операційну систему. Інтерфейс програми доступний і зрозумілий.

Завданням для здобувачів освіти про Місяць пропонується почати виконувати заздалегідь. Вони роблять замовлення на отримання зображення Місяця з роботизованого телескопу, отримують його і виконують завдання. Наприклад, пропонується здобувачам опрацювати кратер Тихо, виміряти його діаметр та глибину, додатково використати цю інформацію про написання наукового проекту. Море Спокою, кратер Коперника, кратер Клавій, кратер Платон, Море Вологості, кратер Арістарх – це об'єкти не менш цікаві і потребують розгляду і опису під час вивчення теми про Місяць. Практичне завдання для виконання під часу уроку описано в додатку Б. Після проведення уроку у подібному форматі, здобувачі пройшли анонімне анкетування стосовно враження роботи з такими завданнями. Здобувачі переважно позитивно оцінили роботу з онлайн-сервісом, цікавою підміткою була фраза «ніби побувала на Місяці».

Онлайн сервіс The Schools' Observatory має можливість робити зображення спіральних та еліптичних галактик. Завдання для роботи з цією темою дозволяється комбінувати в одному уроці або окремим уроком. Для роботи з зображеннями можливо користуватися безпосередньо в браузері, але бажано за допомогою окремої програми, наприклад LTImage, яка має більше можливостей, ніж браузерна версія для роботи з FITS-файлами. Крім



наукового використання зображень, здобувачам пропонується за допомогою зображень з роботизованих телескопів створювати фантастичний космос з додаванням кольорових туманностей і космічних кораблів, створювати взаємодію галактик, придумати космічний дизайн, наприклад з людиною на скелі, яка бачить на горизонті галактику або цікавий ретро-постер у стилі 60-х, 70-х років минулого сторіччя. Це допоможе здобувачам дати волю своїй фантазії і дасть змогу побачити їх уявлення про Всесвіт.

**ВИСНОВКИ**

1

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

## ДОДАТОК А

## Практичне завдання до теми

## «Сонце, його фізичні характеристики, будова та джерела енергії.

## Прояви сонячної активності та їх вплив на Землю»

Число Вольфа (міжнародне число сонячних плям, відносне число сонячних плям, цюрихське число) — назване на честь швейцарського астронома Рудольфа Вольфа; числовий показник кількості плям на Сонці. Є одним із найпоширеніших показників сонячної активності.

Сонячні плями — темні утворення на Сонці, температура яких знижена приблизно на 1500 К у порівнянні з навколишніми ділянками фотосфери. Спостерігаються на диску Сонця за допомогою оптичних приладів, а в разі великих плям — і неозброєним оком у вигляді темних плям. Сонячні плями є областями виходу у фотосферу сильних (до декількох тисяч гаусів) магнітних полів. Потемніння фотосфери в плямах обумовлено придушенням магнітним полем конвективних рухів речовини і, як наслідок, зниженням потоку перенесення теплової енергії в цих областях.

Кількість плям на Сонці (і пов'язане з ним число Вольфа) — один з головних показників сонячної магнітної активності.

На більш холодних зірках (класу К і холодніше) спостерігаються плями набагато більшої площі, ніж на Сонці.

Число Вольфа визначається за формулою  $W = 10g + f$ , де:

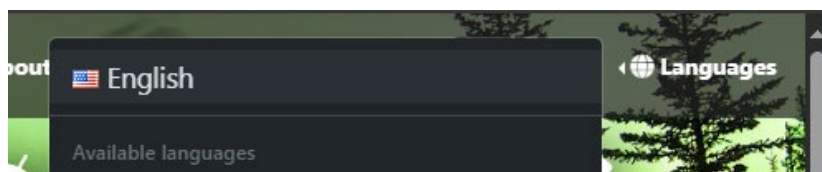
$g$  — кількість груп сонячних плям;

$f$  — загальна кількість нарахованих плям.

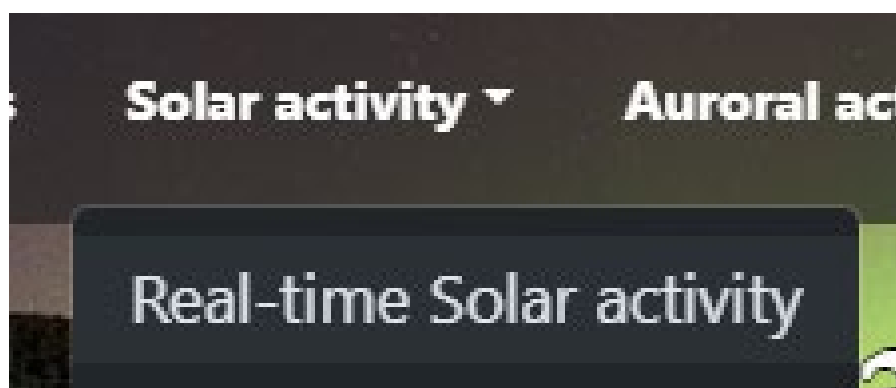
Для отримання зображення сонячних плям ми будемо застосовувати онлайн-сервіс Space Weather Live. Він працює за допомогою отримання комплексу даних, в тому числі й зображень з роботизованого телескопу під назвою «Великий телескоп» в обсерваторії Роке-де-лос-Мухачос на острові Ла-Пальма, Канарські острови. Телескоп має дзеркало, діаметром 10,4 метри, фокусна відстань сягає 169,9 м.

### *Алгоритм виконання практичного завдання*

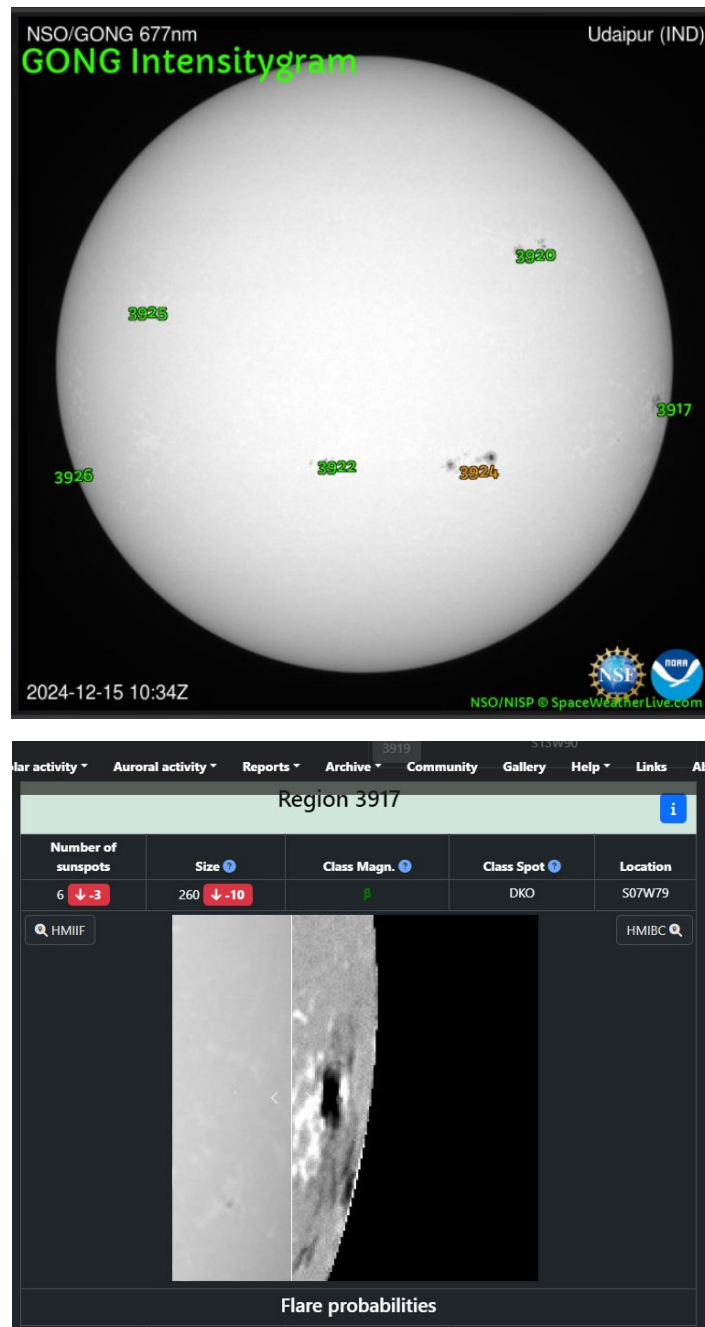
1. Перейдіть за посиланням [SpaceWeatherLive](https://spaceweatherlive.com/) та після завантаження сайту оберіть мову інтерфейсу «англійська».



2. Натискаємо на панелі меню на розділ «Сонячна активність (Solar Activity)» і обираємо «Сонячна активність в режимі реального часу (Real-time Solar activity)».



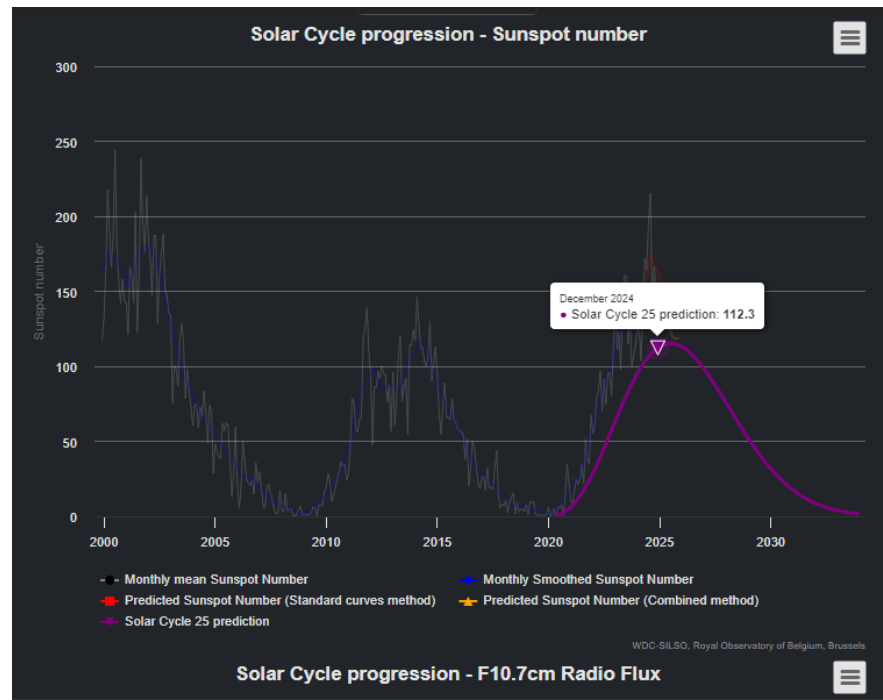
3. В новому відкритому вікні онлайн-сервісу ви побачите декілька робочих вікон, а саме група сонячних плям (sunspot regions), корональні отвори (coronal holes), викиди корональної маси (coronal mass ejections), сонячні спалахи (solar flares), та сонячні протони (solar protons). Натисніть на інструмент група сонячних плям (sunspot regions). Уважно перегляньте зображення з роботизованого телескопу. Натисніть на інструмент «більше даних (more data)». В новому відкритому вікні онлайн-сервісу ви бачите опис кожної групи сонячних плям. Опрацьовуючи кожне зображення сонячної групи, змінюючи інфрачервоний фільтр на звичайний поляризаційний, порахуйте і запишіть кількість та назви груп сонячних плям. Використовуючі інструмент «масштабування» збільшіть зображення, уважно порахуйте кількість сонячних плям. Запишіть в робочі зошити.



4. Отримавши кількість сонячних плям та сонячних груп, використовуючи формулу  $W = 10g + f$ , де  $g$  – кількість груп сонячних плям;  $f$  – загальна кількість нарахованих плям, розрахуйте число Вольфа.

5. Отримавши число Вольфа, перевірте, чи правильно все розраховали. Перейдіть на панелі меню сайт в розділ «архів – графік сонячного циклу (archive – solar cycle progression), на графіку кількості сонячних плям в період сонячного циклу (solar cycle progression – sunspot number) знайдіть місяць виконання цього завдання і порівняйте отриманий

вами результат та число, яке відображається на графіку. Якщо ваші дані збігаються, то ви все вірно розрахували.



6. Сформулюйте висновок, у якому зазначте: що таке число Вольфа, що уявляють собою сонячні плями, класифікація сонячних плям згідно Мальде.

## ДОДАТОК Б

**Практичне завдання до теми****«Місяць – єдиний природний супутник Землі».**

Місяць — єдиний природний супутник планети Земля. Другий за яскравістю об'єкт на земному небосхилі після Сонця і п'ятий за величиною супутник планет Сонячної системи. Перше і єдине позаземне тіло природного походження, на якому побувала людина. Середня відстань між центрами Землі і Місяця — 384 400 км.

Перші спостереження за Місяцем згадуються ще за тисячі років до нашої ери. Цей об'єкт зазвичай вночі завжди кидається в очі в темному небі. Ми спостерігаємо за фазами Місяця, інколи здатні бачити місячне затемнення, походження припливів та відпливів, кратери Місяця та ін.. Сьогодні пропонуємо вам подивитися на супутник Землі більш детально, але для цього ми самостійно за допомогою Ліверпульського роботизованого телескопу зробимо зображення поверхні Місяця та будемо досліджувати його!

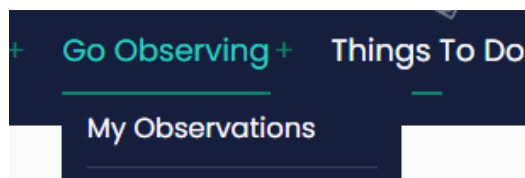
***Алгоритм виконання практичного завдання***

**Реєстрація:** Відкрийте веб-браузер, перейдіть за посиланням [The Schools' Observatory](#), натисніть на кнопку “register”, оберіть в переліку роль студента “student”, заповніть необхідні поля для реєстрації, а саме вкажіть актуальну електронну адресу, никнейм для сайту, оберіть країну в якій мешкаєте, оберіть в списку що Ви студент, ознайомтеся з правилами користування сервісу і поставте прапорець напроти відповідного пункту і натисніть кнопку для створення нового аккаунту “create new account”. У разі успішного виконання процедури реєстрації, на Вашу електронну пошту буде надісланий лист-підтвердження реєстрації, необхідно перейти за цим посиланням, щоб активувати обліковий запис і після чого можна приступати до користування онлайн-сервісом The Schools' Observatory.

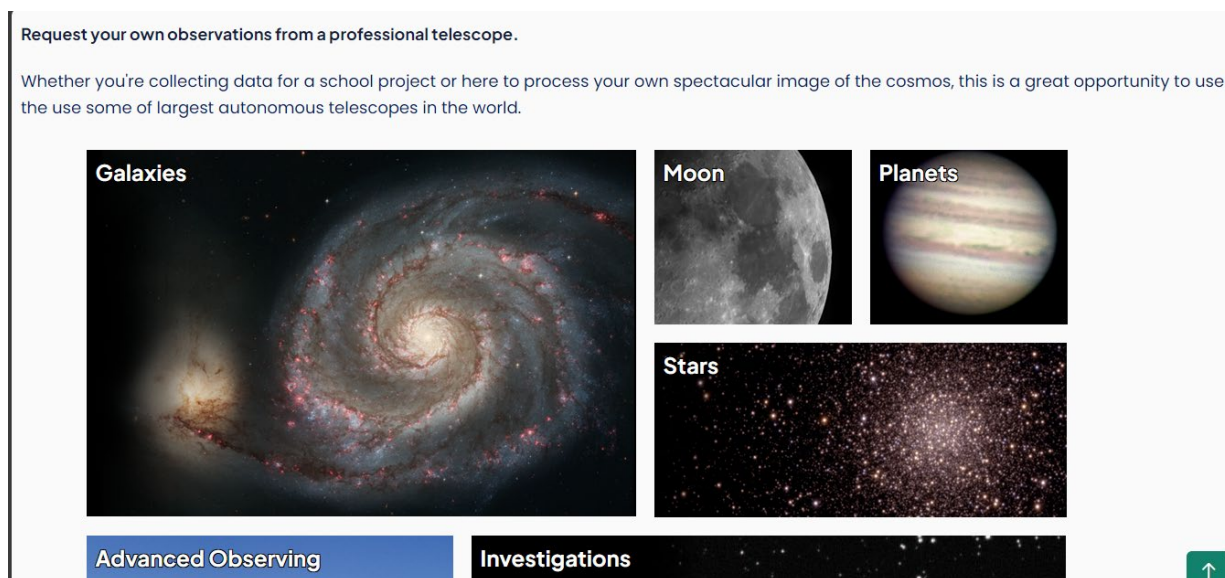


Ознайомтеся з сайтом, перегляньте всі пункти панелі меню, перегляньте розробників сайту, розгляньте принцип роботи Ліверпульського роботизованого телескопу, який забезпечую веб-сервіс зображення астрономічних об'єктів.

**Початок роботи:** Натисніть пункт меню “Go Observating”.



В новому робочому вікні сайту Ви бачите за якими астрономічними об'єктами є можливість спостерігати. Тема сьогоднішнього уроку це «Місяць», тому натискає на зображення Місяцю.



Для виконання практичної роботи будемо замовляти два зображення з роботизованого телескопу. Перше зображення (**завдання 1**) – необхідно, користуючись картою місячних кратерів, знайти на зображенні розташування кратеру Тихо. Натискаємо на вкладку «Місяць», обираємо область, де розташований кратер, підтверджуємо дію, і відкривається нова сторінка. Впевнюємося, що місце обрано вірно, окремо запишіть подробиці спостереження, а саме вкажіть інструмент зображення, фільтр, час витримки. Після натискаємо на кнопку «надіслати запит».

Друге зображення (**завдання 2**) – потрібно замовити зображення галактики (вид обирайте самостійно). Алгоритм замовлення зображення аналогічний як і для Місяця. Під час підтвердження надіслання запиту теж позначте в зошитах подробиці спостереження.

### **Завдання 1:**

*Розрахуйте розміри кратера Тихо.* Відомо, що масштаб отриманого зображення 1 піксель = 301,2 м; довжина тіні центральної гори на зображенні = 50 пікселів; кут освітлення Сонцем = 30°; приблизний діаметр кратера на зображенні дорівнює 280 пікселей.

Діаметр кратеру за допомогою пікселей зображення рахується за формулою:  $D = N * S$ , де  $D$  – діаметр кратера (км),  $N$  – кількість пікселей,  $S$  – масштаб зображення (км/піксель).

*Розрахуйте глибину кратера Тихо за тінню.* Відомо, що довжина тіні у пікселях  $L$  пікс = 50, масштаб  $S=0,3\text{км/піксель}$ , кут освітлення Сонцем:  $\theta = 30^\circ$ . Використовуємо тригонометричну формулу для розрахунку висоти  $h = L * \tan(\theta)$ , де  $h$  – глибина кратеру (висота гори),  $L$  – довжина тіні,  $\tan(\theta)$  – тангенс кута освітлення.

Виконайте розрахунки, обов'язково пропишіть їх в робочі зошити.

### **Завдання 2:**

Отримавши зображення галактик з роботизованого телескопу, обміняйтеся ними з Вашим сусідом за партою, на вільному місті аркушу напишіть який це вид галактики, на зображенні іншим кольором позначте центр (ядро) галактики, рукави галактики, гало, а також ймовірні чорні діри. Додатково скористайтесь сервісом The Schools' Observatory, перегляньте етапи розвитку галактики, яку Ви опрацьовували. Зробіть короткий опис її життєвого циклу.

Виконану роботу продемонструйте викладачу.