

*Рищенко С.В. ,
Старжинський С.В.,
Дементьев Т.О.*

*(Центр прийому і обробки спеціальної
інформації та контролю навігаційного поля)*

КООРДИНАТНІ ТА ФОТОМЕТРИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА СТАНЦІЇ ДУНАЇВЦІ

Наведені результати координатних та фотометричних досліджень в умовах станції спостережень в Дунаєвцях. Представлені можливості таких спостережень, їх актуальність для України і перспективи розвитку даного виду космічних спостережень.

Ключові слова: координатні спостереження, фотометричні спостереження, космічні дослідження.

Показаны результаты координатных и фотометрических исследований в условиях станции наблюдений в Дунаевцах. Представлены возможности таких наблюдений, их актуальность для Украины и перспективы развития данного вида космических наблюдений.

Ключевые слова: координатные наблюдения, фотометрические наблюдения, космические исследования.

Координатні спостереження здійснюються за трьома параметрами часовий кут, нахил та відстань. Кутові координати (часовий кут та нахил) спостерігаються від входу в зону спостереження до її виходу з тактом 50 Гц. За час спостереження можливо отримання до 30 000 параметрів на протязі всієї траєкторії космічного апарату (КА).

Вимір відстані до КА здійснюється після захвату на автосупровід об'єкту. Частота випромінювання квантового передавача, обирається в залежності від висоти космічного апарату, від 1,25 до 5 Гц.

З запуску вітчизняного космічного апарату СІЧ-2, здійснюються регулярні спостереження координатних та фотометричних параметрів, спільно зі станцією командно траєкторних радіоліній (СКТРЛ).

Спостереження здійснюються з метою уточнення параметрів орбіти та калібровки радіотехнічних засобів.

З початку року було проведено 334 сеансів виміру кутових координат, та 207 сеансів фотометричних параметрів. Зокрема по СІЧ -2 проведено 49 та 37 сеансів відповідно.

Координатні спостереження.

Протягом року проводились спільні виміри параметрів орбіти вітчизняного космічного апарату СІЧ-2, квантово-оптичною станцією (КОС) з наземною станцією сумісної командно телеметричної радіолінії (СКТРЛ).

Станції розташовані в Центрі прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля. Розрахунки проводились виходячи з того що фазові центри антен знаходяться в одній точці. Реально відстань між антенами становить близько 500 метрів.

На рисунку 1 зображено розбіжності цілевказівок двох станцій КОС і СКТРЛ.



Станція наземна суміщеної командно-телеметричної радіолінії М1 призначена для:

- передачі команд і масивів інформації на борт КА;
- прийом і обробка квитанційної і телеметричної інформації, а також масивів даних, що надходять з борта КА (в тому числі масивів даних від приймача GPS);
- вимірювання похилої дальності і радіальної швидкості КА;
- вимірювання різниці бортової (БШЧ) і наземної (НШЧ) шкал часу і видачі результатів в ЦУП;

Основні технічні характеристики :

Прийом та передача інформації з космічного апарату, здійснюється в межах S-діапазону.

Інформаційний обмін з КА забезпечується при: значеннях висоти навколо кругової орбіти від 600 до 800 км, мінімальному куту місця супутника 50;

Квантово-оптична станція «Сажень-С» призначена для високоточних вимірювань дальності і кутових координат КА з метою підвищення точності прогнозування орбіт та юстування радіотехнічних систем траєкторних вимірювань.

Забезпечує:

- вимірювання похилої дальності до КА с висотами орбіт від 1000 до 40000 км
- вимірювання кутових координат (α и β) КА с висотами орбіт від 19000 км до 40000 км, що спостерігаються у відображеному сонячному світлі, видима зіркова величина яких не слабше $12,0^m$ - $13,0^m$

Проведення спільних вимірів накладені на ряд труднощів. Сеанси визначення параметрів станцією КОС проводяться в нічних умовах, робота станції СКТРЛ в основному проводяться в світлу пору доби. Робота бортового приймача GPS не завжди співпадає з роботою станції, тому не всі сеанси можна забезпечити підтримкою параметрів GPS як еталонних.

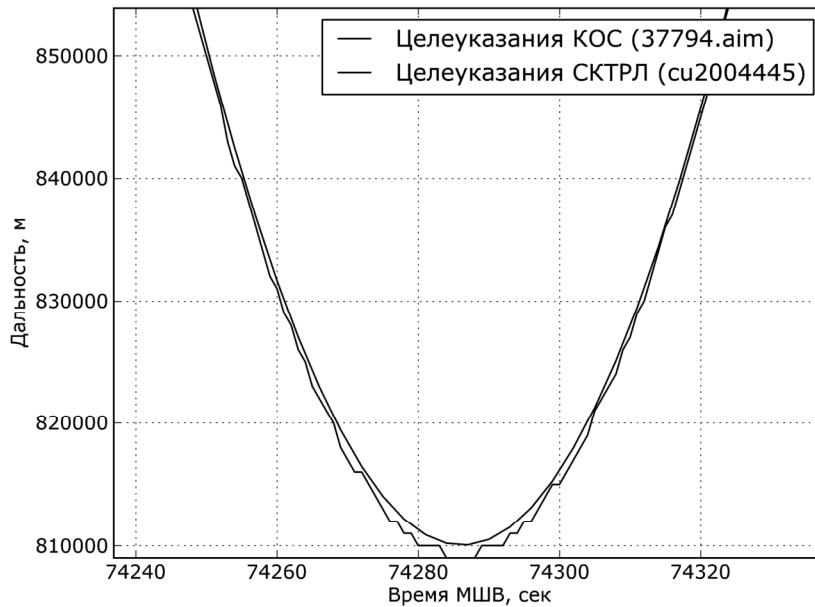


Рисунок 1 – Відповідність цілевказівок станції КОС по відношенню до цілевказівок СКТРЛ

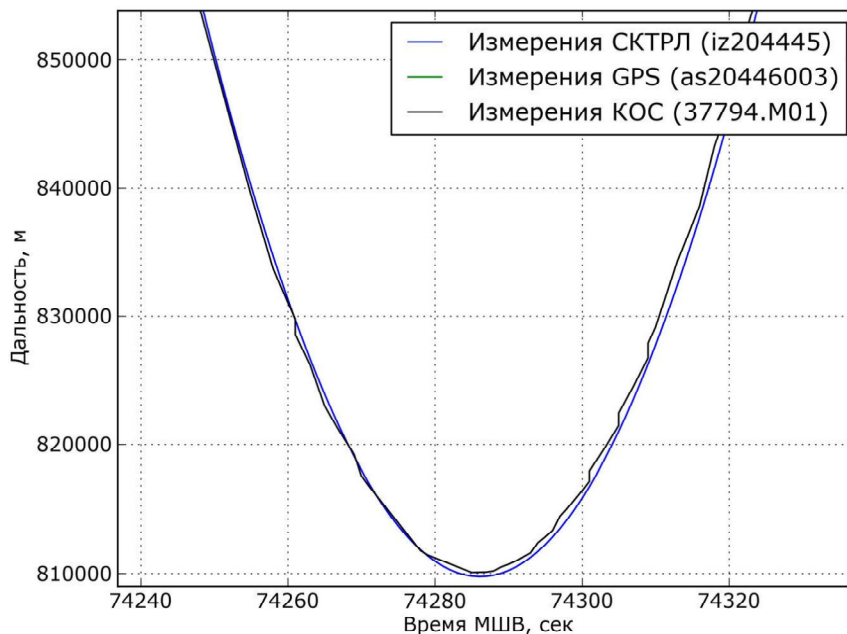


Рисунок 2 – Різниця вимірів станції КОС щодо станції СКТРЛ

Станція СКТРЛ проводить виміри відстані з тактом 1 Гц. Станція КОС з тактом 1,25 Гц. На рисунку 3 спостерігаються характерні чотири кривих, через різницю вимірів у часі.

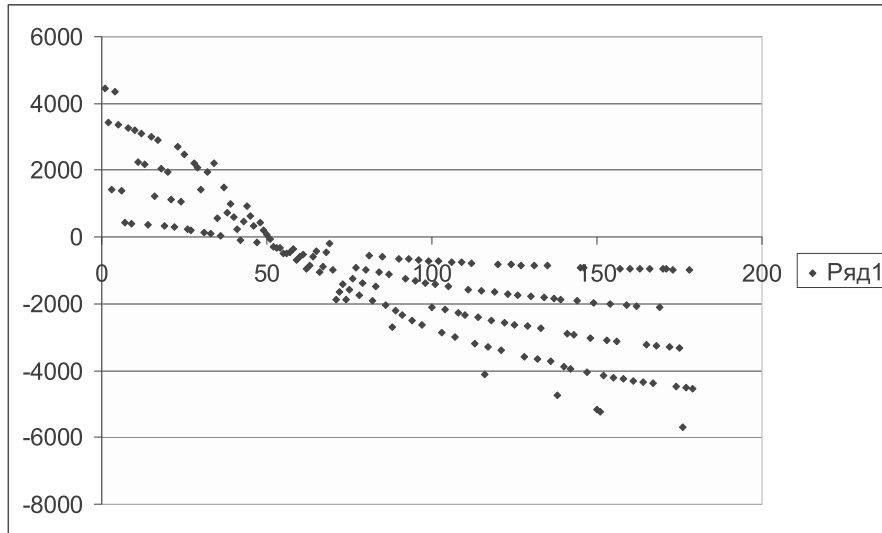


Рисунок 3

Після співвідношення вимірів обох станцій та фільтрації параметрів відстані, отримуємо криву, що зображена на рисунку 4.

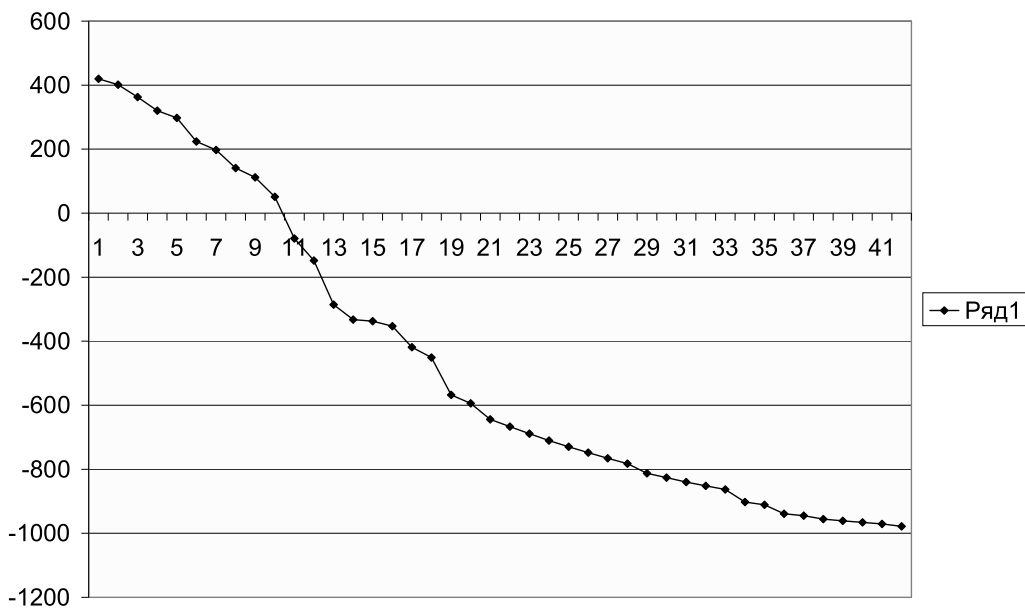


Рисунок 4

При малих кутах місяця спостерігається значна різниця між вимірами двох станцій. Можливо стверджувати про вплив атмосферної рефракції, також має місце виражений ефект Доплера у вимірах станції СКТРЛ.

Потрібно враховувати, що в синхронних спостереженнях двох станцій існує різниця в прив'язки до шкали єдиного часу, приблизно до 6 мкс.

При високих параметрах кута місця більше 50 градусів експеримент можна рахувати вдалим різниця не перевищує технічних допусків.

Таким чином:

1. Станція СКТРЛ відповідає своїм технічним нормам і допускам;
2. Станція КОС виконує функціональне призначення щодо юстування радіотехнічних систем траєкторних вимірювань.

Фотометричні спостереження.

Відновлені роботи щодо приведення фотометричних вимірів до визначених стандартів.

Ця задача є однією з найважливіших у всьому процесі вимірювань оскільки неправильність її виконання потягне за собою подальші похибки та неправильність всіх вимірів.

В нових версіях програмного забезпечення реалізовується прив'язка вимірів до еталонного значення блиску а також враховується екстинція світла яка б проходила в автоматичному режимі і не вимагала у оператора проведення маніпуляцій по вимірюванню стандарту та екстинції. На рисунку 5 зображені криві блиску які відображають зміни блиску в абсолютних величинах, в кількості прийнятих фотонів. Внаслідок існує не відповідність між різними каналами.

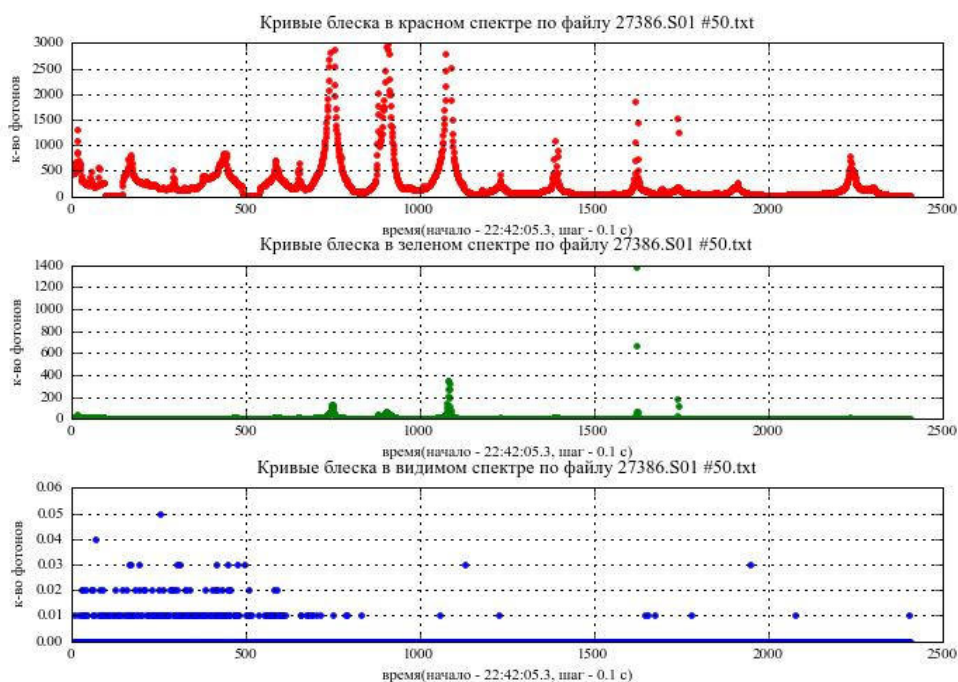


Рисунок 5

Для побудови графіків зображених на рисунку 6, була застосована інша мова програмування, за допомогою якої результати є зручними для відображення, обробки та аналізу, також було впроваджено додаткові розрахунки, щодо приведення вимірів до зоряної величини та врахування екстинкції. Тут зображено дві криві, перша отримана після спостережень, а друга прогнозна, величини яких відрізняються, хоча характер схожий, у першому випадку це свідчить про можливі неточності в розрахунках щодо прогнозної зоряної величини, у другому про правильність розрахунків щодо самого характеру кривої.

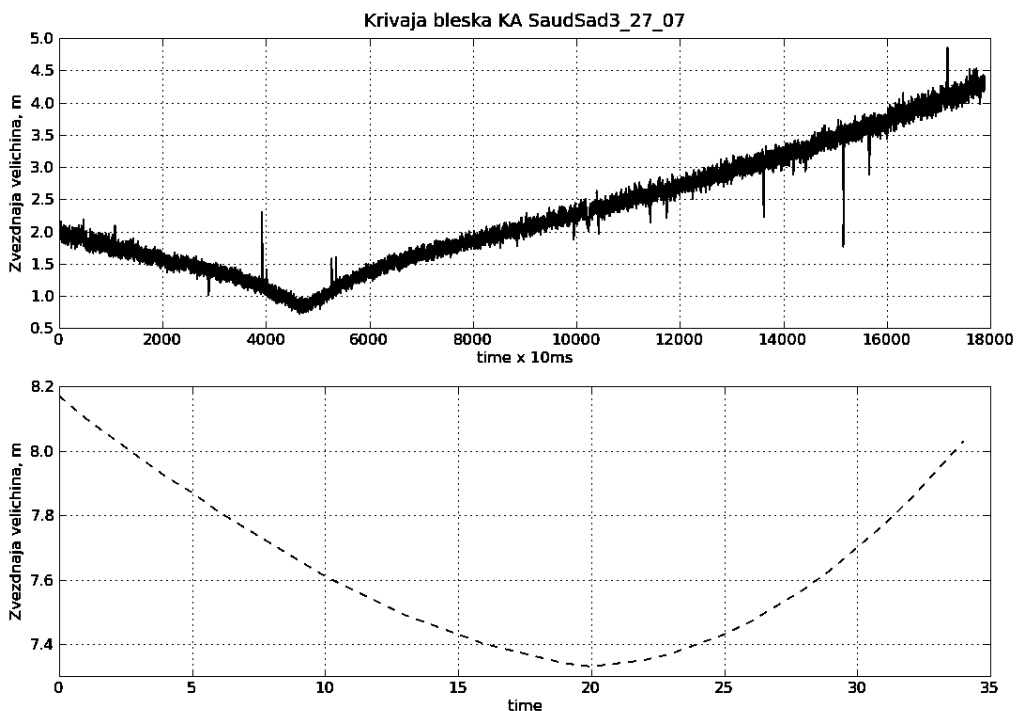


Рисунок 6 – Крива блиску для КА SaudSat3

Проблемою також було те що під час спостережень у поле зору потрапляли зірки, які в свою чергу також вносили неточності. Даний факт було перевірено на практиці. Сеанс по КА Envisat о 21:22:05 під час візуальних спостережень показав проходження даного КА поблизу зірки Альмаак зоряна величина якої становить 2.3, провівши розрахунки дійсно було видно що саме в цей час було зростання зоряної величини, якби не візуальне спостереження самого сеансу, можна би було прийняти спалах за рух КА, навколо власного центру мас (наприклад оберт сонячної батареї), дана проблема існувала давно проте знайшла вона своє рішення нещодавно, за допомогою вільно розповсюджуваної програми Heavensat. Дана програма дозволяє розрахувати час проходження супутника біля зірок, та зберігати отримані розрахунки в файл, програма володіє великою кількістю розрахунків, настройок та способів спостереження за супутни-

ками як в реальному часі так і в режимі симуляції. На рисунку 7 зображений інтерфейс програми Heavensat 2.1.3

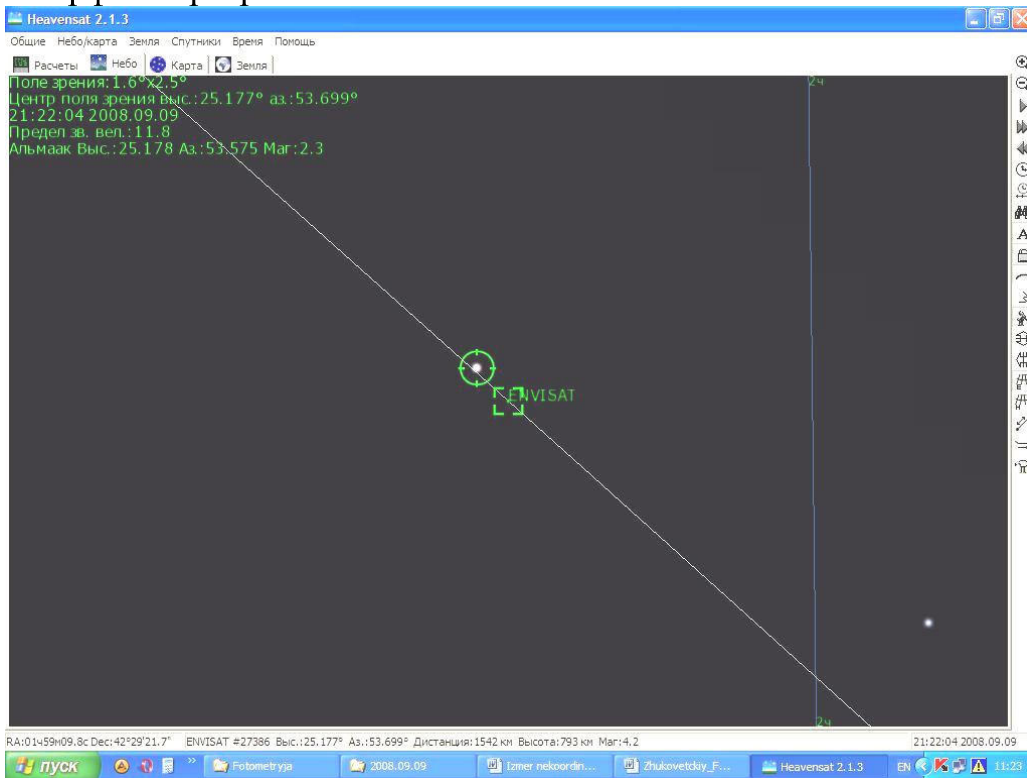


Рисунок 7 – Проходження КА Envisat поблизу зірки Альмаак

Проходження КА Envisat в режимі програмної симуляції поблизу зірки Альмаак, де помітний перехід через зірку, зоряна величина якої 2.3, приблизно цю ж саму величину ми можемо побачити на отриманих графіках проведених розрахунків (рис. 8), що вказує на достатню точність вимірів, і розрахунків в цілому.

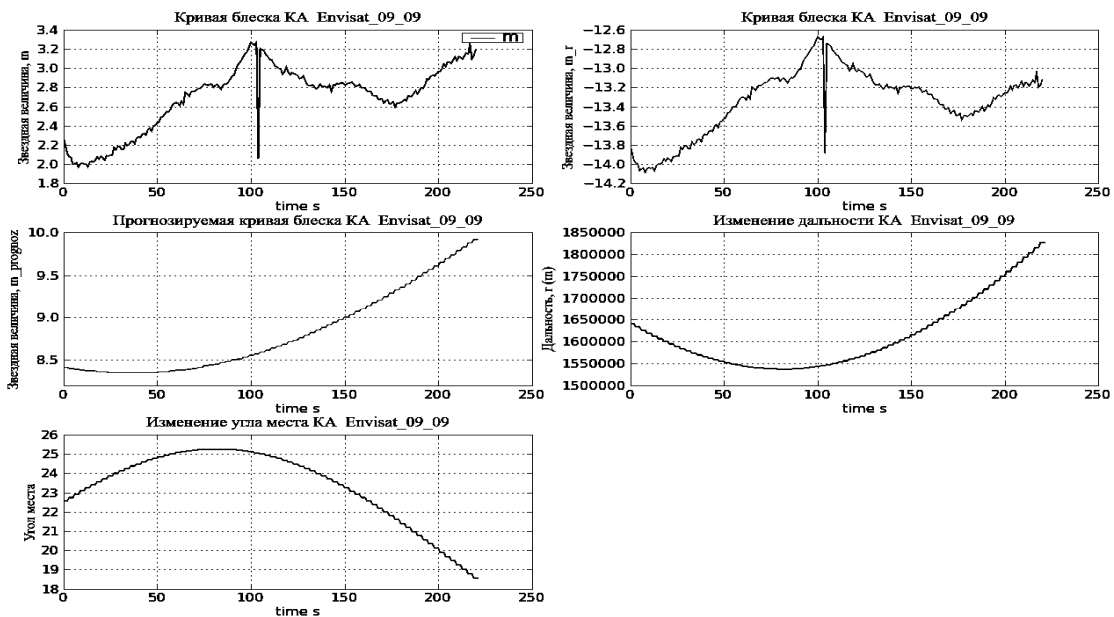


Рисунок 8 – Проведені розрахунки для КА Envisat

Основними проблемами є модернізація засобів вимірювання (встановлення додаткових світових фільтрів), а також створення програмного забезпечення зручного і ефективного у використанні, що надавало б усю необхідну інформацію по проведеній роботі, та проводило її систематизацію.

У перспективі є доречним об'єднання декількох фотометричних пунктів, для спільних спостережень, та вирішення більш глобальних задач:

- Співпраця з іншими фотометричними засобами у сфері дослідження впливу рознесення пунктів спостережень на характер кривих блиску для одного і того ж КА;
- Створення каталогу кривих блиску для пріоритетних КА;
- Виявлення ознак притаманних певному виду КА;
- Вдосконалення програмного забезпечення для виконання більш складних завдань;
- Встановлення додаткових світлофільтрів вибір яких буде ґрунтуватись на властивостях матеріалів випромінювати відбите світло у певному спектрі, що складають найбільш габаритні частини КА ;
- Створення єдиного формату даних.