

УДК 629.7

В.І. Присяжний, В.В. Мироненко

В/ч А0515, Київ

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЗЕМНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ УПРАВЛІННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Проводиться аналіз якості функціонування наземного автоматизованого комплексу управління космічними апаратами спостереження в сучасних умовах однопунктної технології управління та визначення основних заходів, які необхідно провести для її підвищення.*

*наземний автоматизований комплекс управління космічними апаратами, однопунктна технологія управління*

### Постановка проблеми та аналіз літератури

Від космічних апаратів (КА) спостереження вимагається провести зйомку заданого району земної поверхні або заданих об'єктів на Землі. Об'єкти спостереження задаються їх географічними координатами (широта  $\varphi_{rn}$  і довгота  $\lambda_{rn}$ ). Границі району спостереження також характеризуються географічними координатами. Для характерних завдань спостереження [7] таким районом може бути земна поверхня, обмежена діапазоном широт  $\Delta\varphi_{rn} = \pm 75^\circ$ . Координати об'єктів і границі району спостереження враховуються при виборі параметрів орбіт КА, що визначають його трасу.

У загальному вигляді завдання оптимального планування операцій технологічного циклу управління (завдання оперативного планування) можна сформулювати в такий спосіб: необхідно спланувати роботу наявних засобів наземного автоматизованого комплексу управління (НАКУ) за всіма типами КА так, щоб забезпечувалося виконання всіх покладених на КА завдань у заданий час із необхідною імовірністю або, іншими словами, необхідно скласти план проведення операцій технологічного циклу управління (ТЦУ), реалізація якого забезпечувала б

максимум критерію оптимізації при заданих обмеженнях.

### Постановка задачі і викладення матеріалів дослідження

Для вирішення завдань оптимального планування ТЦУ необхідно мати моделі проведення ТЦУ. При цьому для опису процесу виконання операцій ТЦУ необхідне залучення різного класу моделей (детерміновані й стохастичні, статичні й динамічні, імітаційні моделі).

Моделі, що використовуються при оперативному плануванні, повинні найбільш точно описувати процес реалізації операцій ТЦУ, на відповідних інтервалах планування, і процеси, що відбуваються при керуванні КА та засобами НАКУ.

На додаток до вищевикладеного, слід зазначити, що процес оптимального планування операцій ТЦУ в рамках однопунктної технології має ряд специфічних особливостей, що обмежують застосування традиційних методів планування. До них відносяться:

1) різке скорочення тривалості сеансів зв'язку з об'єктом управління (КА) і збільшення інтервалів між ними;

2) обмеженість кількості каналів зв'язку з різними типами КА та низька оперативність наявних засобів за зміни режимів функціонування.

Збільшення часу між сеансами зв'язку з КА підвищує імовірність виникнення позаштатних (незапланованих, критичних) ситуацій через відмови в устаткуванні КА або командно – вимірювальних пунктах НАКУ, впливу факторів зовнішнього середовища, а також негативних впливів супротивника, що приводить до зниження імовірності виконання операцій ТЦУ за заданий час, а також до необхідності в оперативній корекції плану ТЦУ й програми польоту КА. Це, у свою чергу, висуває високі вимоги до оперативності вирішення завдань планування операцій управління КА.

При використанні програмно-часового методу управління, вирішення завдань наземного автоматизованого комплексу управління КА повністю покладається на наземні засоби, тобто існує можливість практично повного контролю процесу управління КА наземними засобами. Крім цього, цей метод характеризується відносною простотою технічної реалізації бортових засобів управління. Однак програмно-часовому методу управління властиві такі недоліки:

не враховується можливість управління роботою бортовою апаратурою при виникненні позаштатних ситуацій;

не враховуються пріоритети заявок;

не враховується вплив негативних факторів на виконання поставленого цільового завдання (зміни метеорологічної обстановки, відмови апаратури).

У зв'язку із цим, необхідно вдосконалити існуючу технологію. Адаптивна реалізація запланованих дій дозволить найбільш ефективно використовувати наявні ресурси й функціональні можливості як КА, так і НАКУ в цілому. Крім того, недосконалість існуючої технології приводить до помилок при складанні часової програми управління КА, у тому числі [1, 4]:

а) помилки першого роду, коли НАКУ могла б обслужити замовлення, а особа, що приймає рішення не включила його в часову програму управління (пропуск замовлення);

б) помилки другого роду, коли НАКУ не може обслужити замовлення, а особа, що приймає рішення, помилково включила його в часову програму управління (помилкове обслуговування).

Таким чином, з огляду на особливості процесу функціонування наземного автоматизованого комплексу управління КА спостереження при однопунктній технології управління для підвищення ефективності функціонування космічної системи спостереження необхідна розробка та впровадження якісно нових технічних рішень у складі космічної системи України.

Традиційно завдання, покладені на космічну систему спостереження (КСС), не вдається виріши-

ти за допомогою радіотехнічних комплексів, розташованих в одному пункті земної поверхні. Причина цього криється насамперед у тому, що для управління КА використовуються в основному ультракороткохвильові радіохвилі (УКВ) [5, 6]. Для хвиль цього діапазону земна атмосфера відрізняється найбільшою прозорістю. Однак УКВ поширюються, як відомо, у зоні прямої видимості. Тому зв'язок з КА та спостереження за ними можливі тільки при їх взаємному розташуванні в межах доступної для огляду частини горизонту.

Через сферичність Землі відстань прямої видимості між супутниками, що обертаються по еліптичній або круговій орбіті, та певною точкою на поверхні визначає діаметр зон видимості КА, що для висот орбіт 200 – 1000 км становить 3000 – 7000 км. Проекція траси КА не проходить через точку розміщення НРТК, а залишає у зоні видимості хорду, довжина якої менше її діаметра. Таким чином, тривалість польоту в зоні видимості, а значить і тривалість сеансу управління КА в більшості випадків не перевищує 12 хвилин.

Мала тривалість сеансу управління в традиційних КС змушує використовувати в складі наземного контуру управління не один, а кілька наземних пунктів, рознесених один від одного уздовж поверхні Землі на таку відстань, при якій зони видимості цих пунктів не перекриваються. Це дозволяє підвищити загальний час інформаційного контакту з КА й мінімізувати тривалість технологічного циклу управління.

Потреба в розосередженні наземного радіотехнічного комплексу (НРТК) диктується також і іншими міркуваннями. При спостереженні з одного пункту важко, а іноді неможливо забезпечити достатню високую точність визначення елементів орбіти КА. Завдання істотно полегшується, якщо виміри координат і швидкості ведуться з різних точок земної поверхні або ж використовується супутник-ретранслятор.

Виходячи з вищевикладеного, при створенні традиційних наземних комплексів управління КА застосовується багатопунктний підхід. Однак для КСС України такий підхід застосувати неможливо. Таким чином, для створення національної КСС у наземному комплексі управління використовується однопунктна технологія управління КА.

Для забезпечення безперервної зйомки із заданими вимогами ( $\text{фрн} = \pm 75^\circ$ ) необхідно збільшувати кількість КА в орбітальному угрупованні до деяких оптимальних значень, однак у силу певних обставин це не завжди можливо.

## Висновки

Таким чином, проаналізувавши основні особливості збору й передачі даних КА спостереження, провівши аналіз факторів, що впливають на якість

функціонування наземного автоматизованого комплексу управління в сучасних умовах, можемо дійти до висновку, що необхідно проведення комплексу спеціальних робіт з підвищення якості функціонування наземного комплексу управління космічних апаратів спостереження на основі розробки методики, що дозволяє мінімізувати тривалість технологічного циклу управління зі зменшенням втрат даних, внесених хмарними утвореннями при однопунктній технології управління космічними апаратами.

Виконане вище дослідження показує, що для вирішення сформульованого наукового завдання необхідно провести такі дослідження:

1. Провести дослідження основних принципів побудови й функціонування наземного автоматизованого комплексу управління КА спостереження та визначити основні напрямки підвищення якості функціонування наземного автоматизованого комплексу управління при однопунктній технології управління.

2. Оцінити вплив втрат, внесених хмарними утвореннями, на якість даних космічних апаратів спостереження. Розробити спосіб зменшення втрат «слів» часової програми управління (за рахунок використання прогнозування хмарності).

3. Оцінити вплив зменшення тривалості технологічного циклу управління на якість функціонування НАКУ. Розробити метод скорочення тривалості технологічного циклу управління в умовах однопунктній технології управління.

4. Розробити методику підвищення якості функціонування наземного комплексу управління космічних апаратів спостереження.

Для вирішення загального наукового завдання й часткових завдань дослідження доцільно у майбутньому досліджувати можливість удосконалення науково-методичного апарату з підвищення якості функціонування наземного автоматизованого комплексу управління космічних апаратів спостереження.

## Список літератури

1. Меньшиков В.А. Концепція розвитку військової космонавтики в умовах реформування ВР РФ // *Подвійні технології*. – 1999. – №1 – С. 3-10.

2. Застосування космічних систем для забезпечення дії збройних сил: Навчальний посібник / Під ред. В.І.Ткаченка. – Х.: ХВУ. – 2001. – 192 с.

3. Закон України “Про Загальнодержавну (Національну) космічну програму України на 2003-2007 роки.” № 203-4 від 24 жовтня 2002 р.

4. Космічні радіотехнічні комплекси / Під заг. ред. Г.В. Стогова. – М.: МО СРСР, 1986. – 626 с.

5. Козелков С.В. Наземный РТК однопунктного управления // *Труды X Военно-научной конференции ЖВУРЭ ПВО 16-17 мая 1996 г.* – Житомир: ЖВУРЭ ПВО. – 1996. – 160 с.

6. Антенны военной техники связи / В.И. Власенко, Ю.И. Первышин, В.П. Сирков, В.П. Чернолес – Л.: ВАС, 1986. – 216 с.

7. Золотухин И.В., Шинков В.Д. Принципы построения и боевое использование космических систем навигации и связи ВМФ. – Л.: ВМА, 1973. – 300 с.

Надійшла до редколегії 1.09.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук старший науковий співробітник Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.