

**Методи та алгоритми визначення прецизійної рівноточної орієнтації космічного апарату на основі використання кластеру малих астродатчиків.**

**Дані про створену та впроваджену наукову і науково-технічну продукцію**

одиниць

Класифікація наукової (науково-технічної) продукції	Створено продукції	Впроваджено продукції
<b>1. Види виробів</b> (прилади і системи, пристрої, агрегати, установки та їх компоненти; лабораторні макети і дослідні зразки; хімічні речовини, препарати, біологічно активні речовини; програмні продукти)	Розроблено математичне забезпечення прецизійної виміральної системи для визначення орієнтації КА	Згідно з Угодою про співробітництво НАН України та «КБ «Південне» результати будуть передані до КБ-3 для використання при створенні високоточних систем керування орієнтацією КА у супутниках ДЗЗ та оборонного призначення
1.1. з них техніки		
<b>2. Технології</b>		
<b>3. Матеріали</b>		
<b>4. Сорти рослин та породи тварин</b>		
<b>5. Методи, теорії</b> (в тому числі і наукові концепції)	1 Метод визначення орієнтації КА з використанням кластеру астродатчиків	
<b>6. Інше:</b>		
6.1. Заключні чи проміжні звіти	1	
6.2. Монографії (або їх глави)		
6.3. Підручники, посібники, довідники, словники		
6.4. Рекомендації, методичні рекомендації, технологічні рекомендації, методики, технологічні інструкції.		
6.5. Проекти законодавчих та нормативних актів (закон, концепція, стратегія, стандарт тощо)		
6.6. Математичні моделі		
6.7. Технічна документація, технічні умови, стандарт, регламент, тощо		
6.8. Наукові, аналітичні доповіді та записки		
6.9. Експертні (науково-експертні) висновки		
6.10. Штами та лінії мікроорганізмів, культури клітин; дослідні та експериментальні зразки біологічного походження,		

**Публікації за темою**

1. В.Ф. Губарев, Е.А. Шарапов. Оценка решений переопределенных СЛАУ с неточно заданной правой частью // Кибернетика и системный анализ, 2021, т. 57, № 2 С. 96-109 (входить до метричних баз Scopus і Web of Science і має квартиль  $Q = 3$ ).
2. Gubarev, V.F., Volosov, V.V., Salnikov, N.N., Shevchenko, V.N., Melnychuk, S.V., and Maksymyuk, L.V. Computer Vision System for Spacecraft Relative Pose Determination During Rendezvous and Docking // Sci. innov. 2021. V. 17, no. 2. P. 50—63. (входить до метричних баз Scopus і Web of Science і має квартиль  $Q = 4$ ).

1 стаття підготовлена до друку і буде опублікована в журналі «Проблеми управління і інформатики», який має квартиль  $Q = 4$  і належить до категорії «А» журналів, що видаються в Україні.

В результаті виконання робіт за даною НДР було створено математичне забезпечення для обчислювального блоку, який разом з кластером астродатчиків утворює вимірювальну систему, що здатна з високою точністю знаходити орієнтацію КА за координатами зірок, які виявилися в полі зору всіх астродатчиків.

До складу розробленого математичного забезпечення входять постановки математичних задач проблеми орієнтації, методи та алгоритми розв'язування цих задач, а також їх програмна реалізація.

Розглядалися різні методи розв'язування задач орієнтації, більшість з яких була пов'язана із знаходженням розв'язків систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАУ) з неточно заданою правою частиною. Похибки вимірювань координат зірок бортового каталогу задавалися за допомогою інтервальних обмежень. Тому більшість розглянутих методів базувались на гарантованому підході, тобто знаходження інтервалів приналежності точних розв'язків і послідовному їх зменшуванні шляхом перетину множини отриманих розв'язків для різних комбінацій зірок астродатчиків. В результаті знаходилися точніші розв'язки задач орієнтації. Дуже важливу роль при цьому відіграло число обумовленості основних матриць СЛАУ. Гарна обумовленість досягалася відповідним вибором візирних ліній астродатчиків, що входять до кластеру. В результаті встановлена оптимальна взаємна орієнтація датчиків, що утворюють кластер.

Порівняльний аналіз різних методів розв'язування задач орієнтації здійснювався за допомогою чисельного моделювання, що дало змогу встановити найбільш ефективні з них, які увійшли в остаточне математичне забезпечення системи.