

DOCENDO DISCIMUS



Дніпропетровський  
національний університет

**ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Назва проекту

# ЕЛЕКТРОРАКЕТНІ ДВИГУНИ

## ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ

Збільшення часу функціонування космічних апаратів (КА), зокрема, супутників зв'язку до 10...15 років приводить до необхідності розробки електрореактивних рушійних установок (ЕРРУ) для систем орієнтації КА і маршових задач, як найбільш перспективних у порівнянні з існуючими (газовими, хімічними й ін.) рушійними установками (РУ). Застосування ЕРРУ на КА дозволяє при суттєвому збільшенні часу активного існування КА знизити масові характеристики РУ і відкриває принципову можливість рішення задач тривалих польотів у космосі, практично нездійсненних за допомогою хімічних ракетних двигунів, а також якісно нові можливості використання могутніх ЕРРУ для маршових задач і комерціалізації космосу



Високий питомий імпульс тяги; збереження працездатності в широкому температурному діапазоні, у тому числі і при негативних температурах; нетоксичність і пожежовибухобезпечність робочої речовини; висока надійність завдяки дублюванню основних вузлів і агрегатів; модульне виконання конструкції, що дозволяє без доробки встановлювати їх на різні космічні об'єкти.

## ЗАДАЧІ, ДЛЯ РІШЕННЯ ЯКИХ ЕФЕКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ЕРД:

1. Забезпечення прецизійної орієнтації і стабілізації просторового положення високоорбітальних КА.
2. Корекція орбіт штучних супутників Землі з метою усунення помилок виведення і їхніх змін протягом терміну активного існування .
3. Переведення КА з низької опорної (навколоземної) орбіти на більш високу. Типовою для цього класу є задача виводу КА на геостаціонарну або на високу еліптичну орбіту.
4. Здійснення польоту КА до інших планет Сонячної системи, астероїдам, кометам.

## СТАЦІОНАРНИЙ ПЛАЗМОВИЙ ДВИГУН ІЗ ЗАМКНУТИМ ДРЕЙФОМ ЕЛЕКТРОНІВ



Фізичний принцип роботи СПД полягає в електростатичному прискоренні іонного потоку в замагніченій плазмі і дрейфом електронів в  $E \times H$  полях з наступною нейтралізацією об'ємного заряду іонів на виході електронами за допомогою спеціального нейтралізатора для забезпечення електронейтральності КА. Щільність струму іонного пучка в такому двигуні дорівнює  $\sim 100 \text{ м/см}^2$ .

Переваги: простота конструкції прискорювача і системи живлення, що забезпечує високу надійність роботи всієї ЕРРУ, легке регулювання тяги в досить широкому діапазоні за допомогою витрати і напруги, а також можливість точної підтримки тяги на необхідному рівні, досить великий ресурс роботи, що може бути доведений до 10000 год. і більш, високі динамічні характеристики з великою кількістю включень (105), що дуже важливо для системи орієнтації КА, низькими питомими масовими характеристиками  $\sim 1 \text{ кг/кВт}$ .

## ПЛАЗМОВІ ДВИГУНИ ДНУ

На сьогоднішній день у ДНУ розроблені зразки стаціонарних плазмових двигунів Д-47, Д-60, Д-90, і одно- і двоступінчастих двигунів з анодним шаром Д-33, Д-50, Д-100, що дозволяють перекрити широкий діапазон тяги (20-100 мН) при питомому імпульсі від 10000 до 25000 м/с.



Ці двигуни після відповідної доробки можуть бути використані в системах орієнтації, стабілізації і корекції орбіт космічних апаратів різного призначення, а також як технологічні джерела іонів високих енергій для одержання атомно чистих поверхонь перед нанесенням зміцнюючих і декоративних покриттів.

## ПЛАЗМОВИЙ АМПУЛЬНИЙ НЕЙТРАЛІЗАТОР «ФОБОС»



Плазмовий ампульний нейтралізатор «Фобос» розроблений для струмової нейтралізації пучка системи інжекції позитивних іонів у рамках міжнародного експерименту «Діон» проекту «Фобос». Він виконаний за оригінальною ампульною схемою, як робоче тіло використане сполучення лужних металів.

Параметри нейтралізатора можуть бути форсовані на струм до 1 А і згодом роботи до 1000 годин.

Для малих супутників може бути використаний як:

- катод-нейтралізатор плазмових двигунів малих тяг;
- нейтралізатор потенціалу поверхні супутника;
- джерело плазми для фізичних експериментів у космосі.

## ХОЛЛОВСЬКИЙ ДВИГУН МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ Д-37



На сьогодні основні зусилля спрямовані на розробку холловських двигунів малої потужності (до 100 Вт), що можуть бути використані в складі рушійних установок мікросупутників. Одним з найбільш перспективних є двигун Д-37.