**Тези науково-дослідницької роботи «Доступність космічних досліджень. Історія українських наносупутників типу CubeSat»**

**Автор:** Маленко Артем, учень 9 класу Конотопського ліцею № 10 Конотопської міської ради Сумської області.

**Науковий керівник:** Клименко Антон Сергійович, вчитель історії Конотопського ліцею № 10 Конотопської міської ради Сумської області.

**Актуальність теми дослідження.** Доступність практичного дослідження та освоєння космічного простору стали реаліями останнього двадцятиліття. Це реалізовується за допомогою запуску наносупутників, до яких долучилися не лише державні космічні компанії-гіганти та комерційні фірми, а й наукові установи. Серед них є й українська команда – колектив науковців Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського». Їх розробки та дослідження є унікальними, заслуговують особливої уваги та викликають надзвичайний інтерес.

**Мета дослідження –** визначити особливості конструювання та функціонування українських наносупутників типу CubeSat та перспективи українських досліджень у космосі.

Досягнення поставленої мети передбачає виконання таких завдань:

1. Проаналізувати історію виникнення та розвитку наносупутників типу CubeSat.

2. З’ясувати технічні характеристики, переваги та недоліки кубсатів.

3. Визначити особливості конструювання та запуску українських наносупутників «PolyITAN-1», «PolyITAN-2-SAU», «PolyITAN-HP-30».

4. Виокремити відомих зарубіжних та українських космічних конструкторів даного напрямку.

**Об’єкт дослідження** – історія конструювання малих штучних супутників Землі.

**Предмет дослідження** – особливості конструювання та функціонування українських наносупутників типу CubeSat.

**Наукова новизна** полягає в тому, що на основі залучення широкого кола джерел інформації уточнено і конкретизовано особливості конструювання та функціонування українських наносупутників типу CubeSat; встановлено початок розвитку даного космічного напрямку в Україні.

Отже,дослідження особливостей конструювання та функціонування українських наносупутників типу CubeSat дозволяють зробити певні узагальнення і висновки.

Встановлено, що відлік історії виникнення та розвитку наносупутників варто розглядати з 1990 р. Тоді відома європейська фірма Arianespace вивела на земну орбіту шість малих супутників: американські PACSAT та Webersat, аргентинський Lusat, бразильський Microsat-2 а також англійські UoSat-3 та Uosat-4.

Визначено, що термін CubeSat (Cube – куб, sat/satellit – супутник) було сформульовано для позначення наносупутників, які відповідають визначеним стандартам (розміром 10\*10\*10 см та вагою до 1,33 кг.).

Проведений аналіз дозволяє встановити типові технічні характеристики наносупутників типу CubeSat, а саме: апарати роблять із чотирьох певних типів алюмінієвого сплаву; кубсати покриваються захисним шаром оксиду на всіх поверхнях; наносателіти оснащені декількома бортовими комп’ютерами для проведення досліджень, управління орієнтацією, комунікаціями; мініатюрні компоненти, що забезпечують керування апаратом, складаються з маховиків, зіркових трекерів, датчиків Землі та Сонця, датчиків кутових швидкостей, GPS-приймачів та антен; кубсати використовують різні методи руху в космічному просторі (холодний газ, хімічний, електричний рух та сонячні вітрила).

З’ясовано, що космічні апарати типу CubeSat мають ряд переваг: відносно невелику вартість; легкість модифікування для вирішення певних завдань; можливість збільшення об’єму даних космічних спостережень (внаслідок об’єднання у групу супутників); сприяють «демократизації» космічної діяльності (космічні програми організовуються університетами).

Встановлено, що серед недоліків, які мають наносупутники типу CubeSat варто виокремити дві характеристики – невеликий «термін життя» (у зв’язку із значною дією гальмівного впливу земної атмосфери); складність пілотування (мініатюрність апаратів призводить до обмеження технологій та функціональних можливостей двигунів).

Визначено, що серед 23 тис. діючих штучних супутників Землі, нині курсують українські кубсати, створені ініціативною групою науковців Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського». Над першим українським наносупутником працювали 30 інженерів з 2010 р. до 2014 р. Кубсат «PolyITAN-1» та ще 21 сателіт із різних країн запустила українська ракета-носій «Дніпро» у червні 2014 р. Український наносупутник і досі передає на Землю телеметричні дані: внутрішню температуру, заряд батарей, положення стосовно Землі тощо. Основними елементами даного апарату є сонячні батареї, електроніка, блок живлення, радіоприймач і передавач. Кубсат рухається зі швидкістю сім з половиною кілометрів на секунду. Вартість створення наносупутника «PolyITAN-1» оцінюється приблизно в 100 тис. доларів, а його запуск – у 25 тис. Після вдалого виведення на орбіту першого кубсату, українські науковці сконструювали «PolyITAN-2-SAU», що складався з двох юнітів вагою 1,9 кілограм. Цей апарат було обладнано сенсорами, які вимірюють кількість атомарного кисню та передають дані на Землю, що дозволило виконувати наукові завдання в масштабному дослідженні верхніх шарів атмосфери. Перебував він у космічному просторі два роки – з 2017 по 2019 р.

3 січня 2023 року з мису Канаверал, Сполучені Штати Америки, за допомогою ракети-носія Falcon-9 компанії «SpaceX» виведено на орбіту Землі черговий український наносупутник PolyITAN-HP-30. Даний апарат складається з трьох юнітів і здійснює фото і відеозйомку, що дозволяє розгледіти з космосу будинок, вантажівку або, навіть, танк. Дані спостереження корисні і в мирних, і в військових цілях.

З’ясовано, що серед зарубіжних космічних конструкторів вагому роль у розвитку наносупутників типу CubeSat здійснили професори Стенфордського університету (США) Дж. Пьюїг-Суарі та Б. Твіггс. Серед українських науковців варто відзначити засновника практичної космонавтики С. Корольова, науковця КПІ Є. Коваленка, академіка НАН України Михайла Ільченка, головного інженера ОКБ «Шторм» С. Пуху.

Отже, сучасну науку в неабиякій мірі цікавлять питання конструювання та функціонування наносупутників, а також використання та удосконалення українських розробок освоєння космосу.