

ПРО МОЖЛИВОСТІ ЗНИЩЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Yu. V. Kulish, E. V. Rybachuk

ON POSSIBILITIES OF DESTRUCTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Захист об'єктів від атак безпілотних літальних апаратів (БЛА) став важливою проблемою [1]. Знешкодження таких безпілотників можна виконати у два етапи. На першому етапі необхідно виявити БЛА, а на другому етапі знищити. Труднощі виявлення БЛА пов'язані з їхніми малими розмірами і тим, що вони виготовляються з радіопрозорих матеріалів (пластиків), внаслідок чого їх важко спостерігати за допомогою існуючих радіолокаторів. Для виявлення БЛА можна скористатись такими їхніми властивостями: а) вони рухаються завдяки двигунам (які породжують звукові сигнали і які мають підвищену температуру); б) вони видимі в оптичному та інфрачервоному діапазонах електромагнітних хвиль.

Реєстрацію акустичних сигналів, породжених БЛА, можна здійснити за допомогою потрібним чином доопрацьованих шумопеленгаторів, а також звукоуловлювачів (таких, які були в 30-х роках ХХ-го століття). Випромінювання інфрачервоних променів двигунами БЛА на фоні неба може бути виявлене тепловізорами. Для спостереження БЛА в оптичному діапазоні можна застосувати прожектори (в тому числі ліхтарі, наприклад такі, як на залізничних локомотивах). При цьому для зменшення фонових сигналів можна використати світлові промені з деякими частотами (наприклад, за допомогою світлофільтрів). Усі ці засоби спостереження БЛА мають бути однаково орієнтовані у просторі і працювати на збіг сигналів, виданих різними приладами спостереження.

Зазначимо, що не обов'язково безпосередньо знищувати БЛА. Для захисту від атак БЛА можуть виявитись достатніми виникнення збоїв у системі управління БЛА або у системі зв'язку з командним пунктом БЛА.

Після виявлення БЛА можна знищити різними методами, як традиційними, так і новими. Наприклад, підсвічені БЛА можна знищити за допомогою зенітних гармат або ракет з головками самонаведення в оптичному або/ та інфрачервоному діапазонах. Окрім таких традиційних методів знищення БЛА [1], можна застосувати: 1) прискорювачі елементарних частинок (електронів та протонів); 2) лазери на вільних електронах; 3) лазери для різання матеріалів.

Розглянемо ці методи боротьби з БЛА.

1. Прискорювачі електронів можуть мати подвійну дію на БЛА: а) при проходженні електронів через повітря утворюються промені електромагнітних хвиль, у тому числі і Х-промені (рентгенівські промені). Х-промені призводять до іонізації повітря і матеріалів у БЛА. Це може викликати пробої в електричних колах і вихід з ладу систем управління БЛА та систем зв'язку з командним пунктом БЛА; б) накопичення електричних зарядів на поверхні БЛА призведе до утворення різниці потенціалів та пробоїв у системах управління БЛА і зв'язку з командним пунктом БЛА. Пучки електронів та окремо пучки протонів мають приводити до іонізації і накопичення електричних зарядів на поверхні БЛА.

Можна використовувати лінійні прискорювачі та циклічні прискорювачі. Лінійні прискорювачі дають змогу прискорювати частинки до відносно невеликих енергій, але дозволяють одержувати неперервні пучки частинок. Циклічні прискорювачі можуть прискорювати частинки до досить високих енергій, але випромінюють частинки у вигляді згустків через проміжки часу приблизно в одну секунду. Прискорювачі електронів можуть бути також джерелами синхротронного випромінення. Для цього

пучок електронів на виході з прискорювача має проходити через магнітне поле.

2. Лазери на вільних електронах можна розглядати як джерело X-променів.

3. Оскільки багато БЛА виготовлені з пластиків, то вони повинні досить легко руйнуватись (або навіть розрізатись) відповідними лазерами.

Список використаних джерел

1. Титов, О. Как уничтожить беспилотник [Текст] / О. Титов // Популярная механика. – 2014. – № 138.

УДК 517.928:534.1

А. О. Клименко, Ю. В. Михлін

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ФОРМ КОЛИВАНЬ МАЯТНИКОВИХ СИСТЕМ

А. О. Klymenko, Yu. V. Mikhlin

MATHEMATICAL MODELING OF NONLINEAR OSCILLATIONS OF PENDULUM SYSTEMS

Маятникові системи описуються класичними моделями математики, прикладної механіки і теоретичної фізики, дослідження яких дозволяє виділити багато важливих нелінійних динамічних ефектів. Відомі численні застосування таких систем в техніці, зокрема, в задачах віброгасіння. Маятникові гасителі коливань використовуються для зниження рівня коливань різних інженерних споруд, апаратів і механізмів: висотних будівель, технічного обладнання та апаратів машинобудування, димових труб, телевізійних веж, антен та ін. Зазначимо також, що багато інженерних систем взаємодіють з джерелом енергії обмеженої потужності. Резонанс в таких системах призводить до значних коливань відповідних пружних підсистем (так званий

ефект Зомерфельда), коли значна частина енергії коливань переходить з джерела енергії до пружних підсистем. Для гасіння резонансних коливань також можуть бути використані маятники як гасителі коливань.

Динаміка маятникових систем моделюється нелінійними диференціальними рівняннями, знаходження точного аналітичного розв'язку яких неможливо. Це приводить до необхідності виділення найбільш важливих динамічних режимів, насамперед нелінійних нормальних форм коливань (ННФ), які є узагальненням нормальних коливань лінійних систем. В останні роки ННФ активно використовуються в теоретичних та прикладних задачах. Моделювання ННФ у маятникових системах приводить до необхідності розвитку відповідного