

УДК 623.624

Нагорнюк О. А., к.т.н.

Житомирський військовий інституту імені С. П. Корольова

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКУ ЗОН ДІЇ ПЕРЕДАВАЧІВ ПЕРЕШКОД РАДІОКАНАЛАМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) різних класів та призначення широко застосовуються збройними силами російської федерації під час війни в Україні. Масове застосування противником БПЛА, а також постійне їх удосконалення, потребують розвитку засобів боротьби з ними. Ефективним способом боротьби із радіокерованим БПЛА є постановка перешкод приймачам їх радіоканалів.

В БПЛА переважно реалізуються чотири типи радіоканалів: керування; телеметричний; передачі цільової інформації; навігаційний. Кількість радіоканалів, що використовується у конкретному зразку БПЛА визначаються переліком завдань, для виконання яких він призначений. Так у БПЛА із системою First Person View зазвичай застосовуються лише дві радіолінії для керування та передачі відеозображення із бортової відеокамери.

Запропоновано математичні моделі процесів здійснення постановки радіоперешкод приймачам вказаних вище чотирьох типів радіоканалів БПЛА. Вони враховують основні технічні параметри передавача перешкод, БПЛА, станції керування та контролю (СКК), висоти підняття антен передавача перешкод та СКК, узгодженість поляризацій антен, форми та напрямків головних максимумів їх діаграм спрямованості, а також втрати на поширення радіохвиль у вільному просторі та земній атмосфері. Отримано математичні вирази для визначення зон радіоподавлення передавачів перешкод приймачам радіоканалів БПЛА.

На основі запропонованого математичного апарату у програмному середовищі MATLAB розроблено спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє проводити автоматизовані розрахунки та відображення зон дії передавачів перешкод у просторі та на земній поверхні.

Показано, що форма та місцеположення зони радіоподавлення у просторі залежить від типу радіоканалу, що подавляється, технічних характеристик і діаграм спрямованості передавача перешкод та приймально-передавальної апаратури радіоканалу БПЛА. Зона радіоподавлення на поверхні є проєкцією на земну поверхню зони радіоподавлення у просторі та залежить від висоти польоту БПЛА.

На рис. 1 наведено приклад зон радіоподавлення приймачів апаратури споживачів супутникових радіонавігаційних систем

передавачем перешкод із спрямованою антеною, отриманих для різних висот польоту БпЛА, що обчислені із використанням запропонованого математичного та програмного забезпечення.

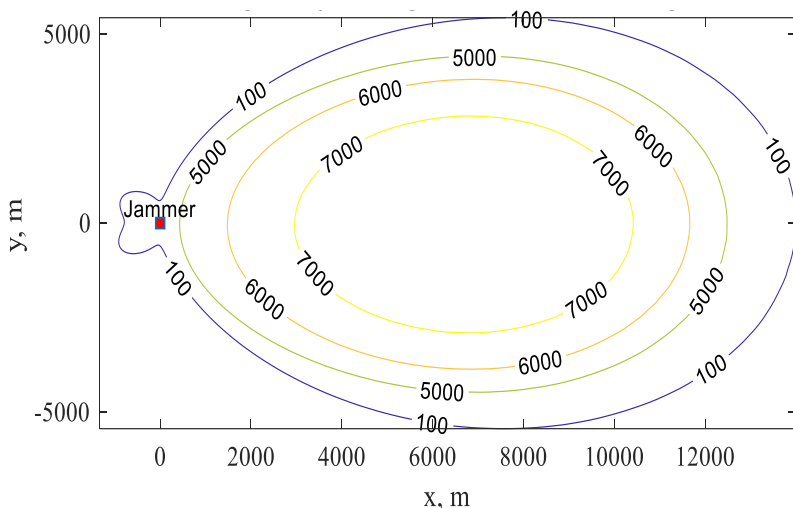


Рис. 1. Зони радіоподавлення передавачів перешкод навігаційним приймачам залежно від висоти польоту БпЛА

Верифікацію розробленого математичного та програмного забезпечення здійснено шляхом порівняння результатів його використання для моделювання процесу радіоподавлення із даними отриманими іншими програмними засобами та під час експериментальних досліджень.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ В 7371:2020. Техніка авіаційна державної авіації. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни та визначення понять. Класифікація. Київ: ДП УкрНДНЦ, 2020. 16 с.
2. ВСТ 602.001:2024(01) Електромагнітна та кіберборотьба. Радіоелектронна боротьба. Терміни та визначення. УСКК. 2024. 49 с
3. Saakian A. Radio Wave Propagation Fundamentals. 2-d ed. Artech, 2021. 418 p.
4. Balanis C. Antenna Theory Analysis and Design. 4-th ed. John Wiley & Sons. New Jersey, 2016. 1072 p.
5. Croft A., Davison R. Mathematics for Engineers. 5-th ed. Pearson Education Limited, 2019. 1259 p.