ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ АНТИДРОНОВИХ РУШНИЦЬ ЯК ЗАСІБ ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДІ

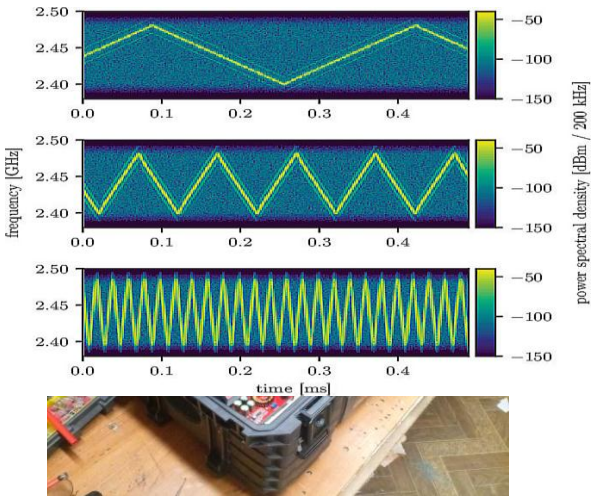
Величко Василь Олександрович, Острей Оксана Ростиславівна
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк
Velychko.Vasyl2022@vnu.edu.ua, Ostrey.Oxana@vnu.edu.ua

В сучасних реаліях України важливою та необхідною умовою існування держави є військова підготовка молоді. Відповідно до проекту закону про мобілізацію: «...запроваджується базова військова підготовка. Людина віком 18-24 років самостійно обирає, коли пройти військову підготовку. Сама підготовка займатиме максимум 5 місяців...» [1]. Особливістю протистояння України агресії РФ є широке застосування на фронті безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Тому, військова підготовка молоді обов'язково має включати розгляд боротьби з БПЛА.

Основними засобами боротьби з БПЛА є: фізичне знищення та перешкоджання їх роботі засобами радіо-електронної боротьби (РЕБ). Будь-який БПЛА можна збити, але важливо виявити ціль і провести успішну атаку. Проблеми виникають при виявленні цілі – зазвичай, об'єкту невеликого розміру, що рухається з певною швидкістю. Тому, пропонується альтернатива – придушення радіоелектронних систем БПЛА. Деякі сучасні БПЛА мають можливість автономного виконання завдань, проте майже вся подібна техніка керується оператором, з передачею команд по радіоканалу. Отже, придушення каналу управління засобами радіоелектронної боротьби РЕБ здатне, перешкодити виконанню завдання БПЛА.

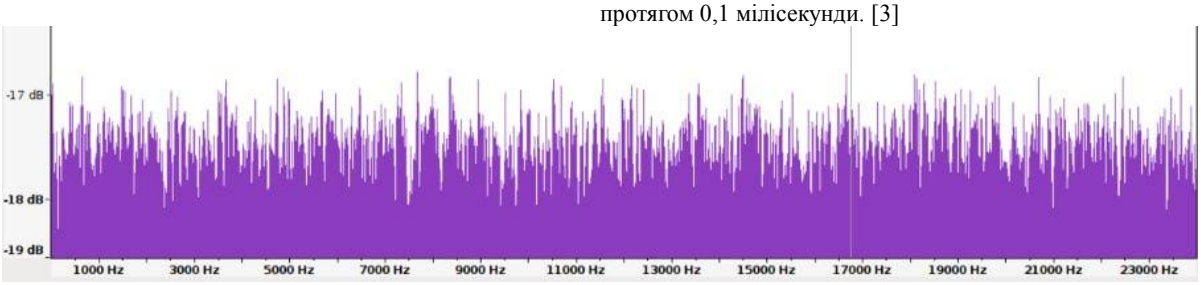
Розглянемо фізичні принципи роботи спеціальних засобів РЕБ для боротьби з БПЛА. Для радіоелектронного придушення використовують г**лушіння або jamming** – створення перешкод у радіоканалі. Пристрої для глушіння називаються генераторами перешкод (ГП) або глушилками. Робота ГП базується на явищі резонансу – зростанні амплітуди вимушених коливань при збігу частоти зовнішнього впливу з власною частотою коливальної системи. Всі глушилки працюють у певному радіусі на частоті пристрою, роботі якого потрібно завадити. Якщо частоти пристрою та ГП не збігаються, глушіння не впливає на роботу пристрою. Крім того, потрібно, щоб сигнал глушилки був потужнішим за сигнал ворожого оператора. Для підсилення сигналу використовують спеціальні підсилювачі-генератори радіочастоти (Мал. 1), які застосовується для генерації певної частоти по всій довжині діапазону. Спочатку генератором формується сигнал з самою низькою частотою діапазону, потім генерується наступний з більшою частотою, потім третій з ще більшою і так далі до кінця діапазону. Визначальним в процесі є нарощування частоти. За аналогією до високочастотного генератора звукового діапазону, це звучало б як поступова зміна звуку на більш високу тональність. Щоб внести суттєві перешкоди в сигнал, треба мати набагато більшу потужність випромінювання. Для тактичного рівня це, зазвичай, генератори на 10, 20, 30, 50 і 100 Вт. Щоб зменшити потужність, яку використовує генератор використовується sweep метод. Sweep метод (Мал. 2) sweep jamming – радіопридушення, коли відносно вузька смуга перешкод переміщається вперед і назад у відносно широкому робочому діапазоні частот. Для якісного джаммінгу необхідно, щоб вихідний сигнал з генератору завад мав характеристики так званого білого шуму (природній радіофон) (Мал. 3). Саме білий шум найбільш ефективний проти цифрового сигналу, завдяки своєму хаотичному характеру, заважає приймачу дрона відділити корисний сигнал (сигнал пульта керування або з супутника GPS) від шуму. Такий сигнал найважче детектувати засобам радіо-розвідки супротивника.

Якщо підключити **джаммінг-підсилювач** до вимірювальної техніки, то складається враження ніби випромінювання йде одночасно по всьому діапазону частот, бо швидкість переміщення завад по діапазону модуля перешкод така, що приймальна апаратура дрона не встигає отримати ніяких фрагментів корисного сигналу (сигналу управління).



Мал. 1. Генератори-підсилювачі сигналу перешкод в середині т. з. окопного РЕБ (купол) [2]

Мал. 2. Часо-частотна еволюція сигналів завад з різною частотою розгортки (3, 10 і 50 кГц), що генеруються завадою. Як бачимо на нижньому графіку, генератор встигає створити сигнал на одні і тій же частоті 10 разів протягом 0,1 мілісекунди. [3]



Мал. 3. Джаммінг діапазону GPS 1,2 ГГц шумоподібним сигналом [2]

Як описано раніше авторами у [4], первинне ознайомлення із засобами РЕБ варто розпочати на уроках фізики в 9 класі при вивченні теми: «Механічні та електромагнітні хвилі» [5], при викладанні навчального матеріалу: «Фізичні основи сучасних бездротових засобів зв'язку та комунікацій». У одному з запропонованих для використання підручників [6] авторства Засєкіної Т.М., крім вивчення принципів радіозв'язку, детально розглядається ще і радіолокація, а також пропонується ряд задач на практичне застосування цього явища. Саме тоді і варто акцентувати увагу на радіоелектронній розвідці (як одному з компонентів РЕБ), принцип дії якої базується на радіолокації. Деталізацію поняття варто проводити в 11 класі при вивченні теми «Електромагнітні коливання та хвилі» [7]. Розглянувши поняття коливального контуру, варто наголосити, що цей пристрій є основою антидронових рушниць і генераторів перешкод. А вивчаючи «Принципи радіотелефонного зв'язку. Радіомовлення та телебачення» варто зупинитися на їх використанні у радіоелектронній боротьбі – військових діях, в ході яких використовуються електромагнітна енергія для забезпечення обізнаності про ситуацію та створення наступальних і оборонних ефектів.

Програмою [6] передбачається виконання учнями навчальних проектів, під час виконання яких «вирішується ціла низка різнорівневих дидактичних, виховних і

розвивальних завдань: розвиваються пізнавальні навички учнів, формується вміння самостійно орієнтуватися в інформаційному просторі, висловлювати власні судження, виявляти компетентність. У проектній діяльності важливо зацікавити учнів здобуттям знань і навичок, які знадобляться в житті. Для цього необхідно зважати на проблеми реального життя, для розв'язання яких учням потрібно застосовувати здобутті знання». Зважаючи, що десятилітня агресія РФ проти України стала реальністю сучасних школярів, то підбір тем на військову тематику виступатиме мотивацією для вивчення фізики, пояснюватиме принципи роботи багатьох сучасних приладів та способи використання їх на практиці. Для 9 класу можна запропонувати такі теми навчальних проектів: «БПЛА, які використовуються військовими», «Засоби боротьби з БПЛА», «Діапазони частот, які використовуються військовими», «Поняття РЕБ, та його складові», «Засоби РЕБ ворога» тощо.

Програмою [7] передбачається проведення уроків «Узагальнення та повторення навчального матеріалу на основі досягнень фізики та технологій», де очікуваними результатами навчально-пізнавальної діяльності є оперування «поняттями з різних розділів фізики для пояснення фізичних основ дії одного з названих досягнень сучасних технологій». Реалізація проектної діяльності в 11 класі дає «широкі можливості вибору тематики проектів забезпечує різноманітність напрямів діяльності учнів – від теоретичних розробок і обґрунтувань до експериментальних досліджень та конструкторських рішень». Якщо рівень знань та наявність у школярів дитячих радіокерованими іграшок дозволяють, то під час виконання проектів учням варто запропонувати визначити їх технічні характеристики, спробувати створити засоби, що завадять управлінню цими іграшками. Таким чином, вивчаючи практично принципи дії радіокерованих пристроїв, за методом аналогій формуватиметься розуміння управління БПЛА. Адже сучасні військові дії називають «Війною дронів», то вивчення будови та принципів роботи як БПЛА так і засобів протидії БПЛА виступає однією з найактуальніших тем сьогодення України. Вивчення фізичних основ функціонування військових засобів, є не тільки поглибленням знань з фізики, а й способом здобуття первинних військових знань.

Список використаних джерела

1. Богданьок О. Уряд вніс до парламенту оновлений законопроєкт про мобілізацію: що передбачає документ. URL: https://suspilne.media/672890-urad-zatverdiv-novij-proekt-zakonu-pro-mobilizaciu-j-napraviv-jogo-v-radu/ (дата звернення: 05.02.2024).
2. Генератор качающейся частоты в засобах РЕБ проти БПЛА. Усиление сигнала GSM операторов. Репитеры GSM/3G/4G. URL: http://gsmsignal.in.ua/anti-dron-obladnannya/generator-kachayushhejsya-chastoty-v-zasobax-reb.html (дата звернення: 05.02.2024).
3. Pärlin K., Riihonen T., Turunen M. Sweep Jamming Mitigation Using Adaptive Filtering for Detecting Frequency Agile Systems, 2019. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Sweep-Jamming-Mitigation-Using-Adaptive-Filtering-Pärlin-Riihonen/88a18ead92057b7046f2e029bc04dc3e5d94f641/figure/1 (date of access: 05.02.2024).
4. Величко В., Острей О. Військова тематика при викладанні фізики та інформатики як спосіб усунення розриву між теоретичними та практичними знаннями / Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук : збірник матеріалів VII Міжнар. наук. практ. конф. (10 листопада 2023р.) / відп. ред. Голуб Г.С., Зінченко М. О. Луцьк, 2023. 573 с.
5. Фізика. Навчальні програми для 6-9 класів. URL: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas (дата звернення: 20.10.2023).
6. Засєкіна Т.М. Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / Т.М. Засєкіна, Д.О. Засєкін. – К. : УОВЦ «Оріон», 2017. – 272 с. : іл.
7. Фізика. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf (дата звернення: 05.02.2024).