

## **ВИКОРИСТАННЯ AR-ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИЯВЛЕННІ БПЛА**

Крамський І.А., к.т.н, проф. Олейніков В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

кафедра МІРЕС, м. Харків, Україна

e-mail: [ihor.kramskyi@nure.ua](mailto:ihor.kramskyi@nure.ua)

**Abstract.** The use of augmented reality is a promising direction in the modern world. AR can be applied in various fields of science and technology. Also, for the convenience of displaying various objects in space, you can use AR elements.

The ability to see an unmanned aerial vehicle in real time somewhere in the sky on a computer monitor or other display device can speed up the process of locating the drone and eliminating it.

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) - результат введення в поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення відомостей про оточення та покращення сприйняття інформації [1].

Доповнена реальність (AR) – проектування будь-якої цифрової інформації (зображення, відео, текст, графіка тощо) поверх екрана будь-яких пристроїв. В результаті реальний світ доповнюється штучними елементами та новою інформацією. Може бути реалізована за допомогою додатків для звичайних смартфонів та планшетів, окулярів доповненої реальності, стаціонарних екранів, проекційних пристроїв та інших технологій.

Загальна схема створення доповненої реальності завжди така: камера пристрою AR знімає зображення реального об'єкта; програмне забезпечення (ПЗ) пристрою проводить ідентифікацію отриманого зображення, вибирає або обчислює відповідне зображення візуальне доповнення, поєднує реальне зображення з його доповненням і виводить підсумкове зображення на пристрій візуалізації.

Основними способами виявлення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в електромагнітному (ЕМ) спектрі є:

- використання тепловізора інфрачервоного діапазону ЕМ хвиль;
- використання камер оптичного діапазону ЕМ хвиль;
- використання радіолокаційних станцій;
- здійснення радіомоніторингу.

Для виявлення об'єктів з температурою, що відрізняється від навколишнього середовища, використовуються інфрачервоні тепловізійні камери, що дозволяє вести спостереження з допомогою за БПЛА навіть в умовах обмеженої видимості і в темний час доби.

Для отримання найбільш інформативних та стабільних результатів можливе точне поєднання тепловізійних знімків із видимим зображенням.

Для цього застосовується тепловізор та фотокамера для одночасного ведення аерофотозйомки у видимому діапазоні.

Для виявлення БПЛА в оптичному діапазоні ЕМ хвиль існує активні та пасивні методи. Активними методами вважається метод анагліфів та метод визначення координат БПЛА у просторі. Пасивні методи включають у свій склад метод візуального спостереження та метод комбінованого стереоефекту.

Радіомоніторинг є отримання інформації з використанням технічних засобів на ділянці її проходження по лініях радіозв'язку [2].

В основному, включає діяльність з вивчення радіообстановки, пошуку, виявлення і контролю різних каналів зв'язку, інших джерел радіовипромінювань. Завданнями радіомоніторингу ефіру є:

- панорамний спектральний аналіз у реальному часі;
- пошук випромінювань від БПЛА, вимір їх параметрів, порівняння з базою даних визначення їх приналежності;
- запис радіосигналів зі службовими параметрами (частота, час, рівень сигналу, спектрограма тощо) та подальше їх відтворення;
- технічний аналіз радіосигналів у реальному часі та при відкладеній обробці;

Данні, які були отримані з різних джерел при виявленні БПЛА, передаються до програмного забезпечення (ПО) доповненої реальності. Також до ПО надсилаються відеозображення з камер у реальному часі. Різноманітні координати отримані завдяки відбитим сигналам є маркерами для промальовки БПЛА у AR. У ПО є базовий пресет 3D моделей БПЛА різного розміру, завдяки чому на дисплеї можна побачити приблизні розміри та знаходження виявленого апарату.

### **Список використаних джерел.**

1. Технологии и концепции Industry - Augmented Reality. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar>. 22.02.22

2. Годунов А. И., Шишков С. В., Юрков Н. К. Комплекс обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 2 (6). С. 62–70. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/kompleks-obnaruzheniya-i-borby-smalogabaritnymi-bespilotny-mi-letatelnyimi-apparatami-1>. 23.02.22