



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени  
Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

---

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

## Научно-исследовательская работа

Тема Исследование методов генерации шумов и помех

Студент Котляров Н.А.

Группа ИУ7-51Б

Научный руководитель Тассов К.Л.

# Оглавление

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Введение</b>  | <b>3</b>  |
| <b>1 Анализ предметной области</b>                         | <b>4</b>  |
| 1.1 Классификация основных типов сигналов и модуляций БПЛА | 4         |
| 1.1.1 Управляющий диапазон . . . . .                       | 4         |
| 1.1.2 Модуляции . . . . .                                  | 4         |
| 1.2 Способы глушения БПЛА . . . . .                        | 5         |
| 1.2.1 Шумовые помехи . . . . .                             | 5         |
| <b>2 Конструкторская часть</b>                             | <b>8</b>  |
| <b>3 Технологическая часть</b>                             | <b>9</b>  |
| <b>4 Исследовательская часть</b>                           | <b>10</b> |
| <b>Заключение</b>  | <b>11</b> |
| <b>Литература</b>  | <b>12</b> |

# Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) могут использоваться для различных видов незаконной деятельности (например, промышленный шпионаж, контрабанда, терроризм). Учитывая их растущую популярность и доступность, а также достижения в области коммуникационных технологий, необходимо искать способы вывести из строя эти транспортные средства. Для вывода из строя дронов используются различные формы глушения, но более продвинутые методы, такие как обман и захват БПЛА, реализовать значительно сложнее, и в этой области существует большой пробел в исследованиях. В настоящее время популярны методы машинного и глубокого обучения, которые также используются в различных приложениях, связанных с дронами. Это обучение может помочь БПЛА переключаться на другую частоту при обнаружении факта глушения. Однако если передаваемый на нужной частоте шум будет похож на осмысленный сигнал, будет возможность «обмануть» БПЛА и таким образом не дать аппарату переключиться на другую частоту.

**Цель данной научно-исследовательской работы** — провести обзор методов генерации с помощью нейронных сетей шумов и помех, напоминающих управляющие сигналы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- классифицировать основные типы сигналов и модуляций БПЛА;
- изучить основные методы глушения;
- определить базовое описание и разделение машинного обучения и глубокого обучения;
- представить различные типы нейронных сетей;
- сравнить представленные нейронные сети в рамках генерации шума для глушения БПЛА.

# 1 Анализ предметной области

В данном разделе будут представлены классификация основных типов сигналов БПЛА и изучены основные методов глушения, описаны и разделены машинное обучение и глубокое обучение и представлены и сравнены нейронные сети, подходящие под поставленную цель.

## 1.1 Классификация основных типов сигналов и модуляций БПЛА

### 1.1.1 Управляющий диапазон

Современные коммерческие дроны обычно работают в стандартном Wi-Fi диапазоне (2.4 ГГц и 5 ГГц) [1]. Даже базовые коммерческие дроны обычно имеют несколько запрограммированных автоматических функций, таких как отслеживание положения дрона или функция «возврат домой», срабатывающая в случае потери управляющего сигнала. Для этих функций используется «Глобальная Навигационная Система Позиционирования» (GNPS), однако уже началась интеграция 4G и 5G для управления дронами [2].

### 1.1.2 Модуляции

На данный момент для управления дронами используются сигналы с расширенным спектром [3]. Эти типы сигналов обладают хорошей устойчивостью к помехам, как естественным (шум) так и преднамеренным (глушение). Принцип расширения спектра заключается в модуляции [4] узкополосного сигнала, содержащего информацию, псевдослучайным широкополосным сигналом. При такой модуляции получается сигнал с расширенным спектром.

## 1.2 Способы глушения БПЛА

Постановка помех БПЛА — это метод нейтрализации этих устройств. Самыми основными подразделениями глушения являются шумовые помехи и ответные помехи [5]. Важно отметить, что всегда глушится приемник, так как требуется меньшая мощность помех, чтобы обеспечить достаточное отношение помех к сигналу [6].

### 1.2.1 Шумовые помехи

Принцип этого типа глушения заключается в передаче шума требуемой формы, мощности и полосы пропускания, который используется для перекрытия заглушенного сигнала и предотвращая передачи между приемником и передатчиком. В результате уровень помех на стороне приемника увеличивается, что увеличивает отношение помех к сигналу [6]. Этот тип глушения широко используется против коммуникационных и не коммуникационных сигналов. Не коммуникационные сигналы обычно используются в области активной радиолокации, следовательно, рассматриваться не будут.

#### **Узкополосный шум**

Этот тип полосы пропускания определяется частотным спектром заглушенного сигнала, рис 1.1. В связи с тем, что в настоящее время для целей связи широко используются сигналы с расширенным спектром, этот шум обычно непригоден для создания помех БПЛА.

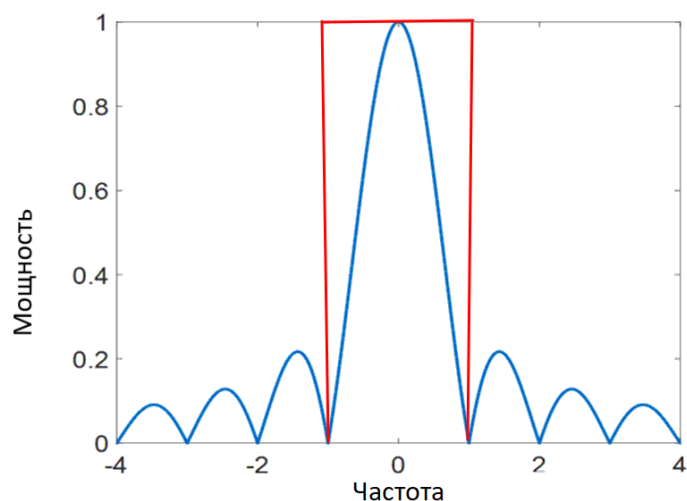


Рисунок 1.1 – Спектр узкополосных шумовых помех

### Сверхширокополосный шум

Этот тип шумовых помех охватывает всю полосу пропускания сигнала связи, рис 1.2. Его недостатком является необходимость высокого уровня мощности для обеспечения достаточного отношения шума к сигналу для эффективного глушения. В результате сверхширокополосный шум снижает пропускную способность канала системы. Это приводит к уменьшению отношения сигнала к шуму на стороне приемника и увеличению количества ошибок передачи.

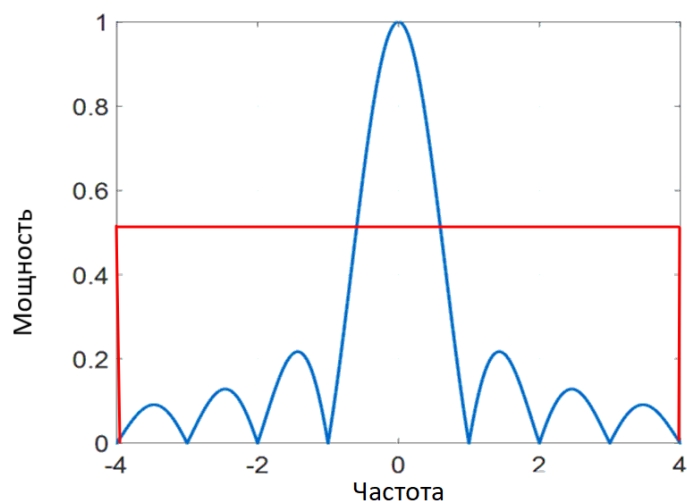


Рисунок 1.2 – Спектр сверх широких шумовых помех

## **Развертка шума**

Принцип этого типа глушения заключается в быстром перемещении относительно узкополосного сигнала по всему интересующему диапазону. Сигналом помехи может быть шум или импульсный сигнал. Забивается только одна частота. Хотя охватывается весь спектр скачкообразной перестройки частоты, скачки выполнять не обязательно. Из-за слабой мощности сигнала GPS также происходит экономия необходимой мощности помехового сигнала для достижения требуемого отношения помех к сигналу. Поскольку большинство БПЛА имеют некоторую функцию автопилота (например, упомянутую выше функцию «возврата домой»), глушение сигналов GPS является одним из способов нейтрализовать дроны, не уничтожая их.

## **Интеллектуальный шум**

При этом типе помех воздействуют только на необходимые сигналы в спектре, чтобы предотвратить связь между приемником и передатчиком. Однако требуется предварительное знание типа сигнала помехи. Для этого типа глушения необходим анализ протоколов, используемых различными производителями БПЛА. Из анализа протоколов и входящего сигнала можно определить критические точки, которые могут быть затронуты. Затем можно создать сигнал с аналогичными параметрами. Этот тип глушения является наиболее энергоэффективным и эффективным, но, по логике вещей, и наиболее технологически требовательным.

## 2 Конструкторская часть



### 3 Технологическая часть

## 4 Исследовательская часть

# Заключение

# Литература

- [1] UAV Communication Systems [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.extendingbroadband.com/aerial-tracking/drone-communication-systems/> (дата обращения: 23.11.2022).
- [2] Communications Standards for Unmanned Aircraft Systems: The 3GPP Perspective and Research Drivers [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9392776> (дата обращения: 23.11.2022).
- [3] SPREAD SPECTRUM SIGNALS IN MODERN COMMUNICATIONS [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/228540839\\_SPREAD\\_SPECTRUM\\_SIGNALS\\_IN\\_MODERN\\_COMMUNICATIONS](https://www.researchgate.net/publication/228540839_SPREAD_SPECTRUM_SIGNALS_IN_MODERN_COMMUNICATIONS) (дата обращения: 23.11.2022).
- [4] Модуляция сигнала [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mobilradio.ru/information/vocabulary/modulation.htm> (дата обращения: 23.11.2022).
- [5] Радиоэлектронные помехи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zrv.ivo.unn.ru/pages/vtp/5/5-5-radioelektronnye-pomexi.htm> (дата обращения: 23.11.2022).
- [6] Отношение сигнал / помеха [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://wiki5.ru/wiki/Signal-to-interference\\_ratio](https://wiki5.ru/wiki/Signal-to-interference_ratio) (дата обращения: 23.11.2022).