# Введение

В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) прочно вошли в различные сферы деятельности. Они используются для съёмки с воздуха и мониторинга наземных объектов, а также в спасательных операциях и автоматизированной доставки грузов. Технический прогресс и снижение стоимости производства сделали БПЛА доступными не только для крупных организаций, но и для частных пользователей, что привело к резкому росту их использования. Согласно данным на 2022 год, только в Китае было зарегистрировано около 958 тысяч БПЛА, выполняющих в среднем 57 тысяч часов полетов ежедневно [1].

Этот стремительный рост привел к увеличению нагрузки на воздушное пространство, особенно в городах, где присутствует высокая плотность зданий, линий электропередач и других потенциальных препятствий. При этом многие современные БПЛА обладают ограниченными возможностями автономной навигации и зачастую требуют вмешательства оператора. Это создает дополнительные сложности при эксплуатации, особенно в условиях низкой видимости, ограниченного пространства или высокой концентрации движущихся объектов, таких как птицы или другие БПЛА. В таких ситуациях особенно важны надежные системы детекции и обхода препятствий, обеспечивающие безопасный полет.

Исследования Европейского агентства авиационной безопасности (EASA) подтверждают, что при полетах на высотах до 120 метров вероятность столкновений значительно возрастает из-за ограниченного воздушного пространства и высокой концентрации объектов [2].

На сегодняшний день разработано множество методов детекции препятствий. Среди них можно выделить:

* Лидар (LiDAR) — использует лазерные импульсы для создания трехмерной карты окружающего пространства.
* Стереозрение — анализ изображений с двух камер для вычисления глубины сцены.
* **Ультразвуковые датчики** — работают по принципу эхолокации, измеряя время прохождения звуковых волн.
* Компьютерное зрение на основе нейросетей — анализ изображений с использованием алгоритмов глубокого обучения, что позволяет эффективно обнаруживать и классифицировать объекты.

В таблице 1 представлено сравнение основных подходов.

Таблица 1 Сравнение методов детекции препятствий для БПЛА

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Принцип работы | Преимущества | Недостатки |
| Лидар (LiDAR) | Лазерные импульсы для создания 3D-карты пространства | Высокая точность, надёжность | Высокая стоимость, чувствительность к погоде |
| Стереозрение | Анализ изображений с двух камер | Эффективно для динамических объектов | Ограничения при слабом освещении |
| Ультразвуковые датчики | Эхолокация с использованием звуковых волн | Низкая стоимость, компактность | Ограниченная дальность и точность |
| Компьютерное зрение | Анализ изображений с помощью нейросетей | Высокая скорость, универсальность | Требует больших вычислительных ресурсов |

Системы обнаружения препятствий играют ключевую роль в обеспечении безопасности автономного полёта. Однако одной лишь детекции недостаточно, необходима также система управления, способная адаптировать траекторию движения БПЛА в зависимости от поступающей информации и предотвращать возможные столкновения. Для проверки и отладки подобных алгоритмов широко применяются системы моделирования и имитации, которые позволяют воспроизводить поведение дрона в контролируемых условиях, оценивать реакцию на различные сценарии и снижать риски при реальных испытаниях.

Одним из перспективных направлений является создание полунатурных стендов моделирования, сочетающих физические и виртуальные компоненты. Такие системы позволяют одновременно учитывать реальные характеристики аппаратной части (например, динамику подвеса и поведение датчиков) и гибко управлять параметрами моделируемой среды. Это делает возможным проведение полноценных экспериментов без необходимости полевых испытаний, что особенно важно на этапах разработки и отладки алгоритмов автономного управления.

Таким образом, разработка интегрированной системы, объединяющей физический стенд и виртуальную среду моделирования, является актуальной задачей, направленной на повышение безопасности, надёжности и автономности полёта БПЛА.

Целью данного дипломного проекта является разработка интегрированной системы моделирования, которая позволит тестировать управление алгоритмы управления и обнаружения препятствий с возможностью взаимодействия с виртуальной средой AirSim и физическим стендом.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

* Провести анализ современных подходов к детекции препятствий, а также методов моделирования и управления беспилотными летательными аппаратами — для обоснования выбора оптимальных технологий, применяемых в проекте.
* Разработать систему детекции препятствий на основе современных методов обработки информации и компьютерного зрения — для обеспечения автономного восприятия окружающей среды.
* Создание полунатурного стенда моделирования — для воспроизведения реальных динамических характеристик БПЛА и получения данных с датчиков в реальном времени.
* Интегрировать физическую и виртуальную части системы — для реализации гибридного моделирования, обеспечивающего взаимодействие между аппаратной и программной составляющими.
* Провести тестирование и оценку эффективности системы — для определения точности, стабильности и надёжности работы в различных условиях моделирования.