

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ АТАКАМ И ОТКАЗАМ В КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

**Матвеев И. Ю.**

(Национальный исследовательский университет ИТМО)

**Научный руководитель – к.т.н, доцент, Юрьева Р. А.**

(Национальный исследовательский университет ИТМО)

**Аннотация.** В работе представлен модернизированный метод определения и противодействия атакам и отказам различного рода в системе управления квадрокоптером на базе машинного обучения. Проведено моделирование внештатной ситуации в режиме парирования квадрокоптера в заданной точке пространства для оценки разработанного алгоритма.

**Введение.** С развитием роботехнических систем широкое распространение во многих сферах жизни человека получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА) типа квадрокоптер. Квадрокоптеры задействованы в проведении военных операций, в поиске и спасении пострадавших, оценке ущерба при различных чрезвычайных ситуациях и не только. В процессе эксплуатации БПЛА могут возникнуть технические поломки или даже попытки перехвата злоумышленником контроля управления летательным объектом. В связи с чем возникает необходимость в создании оперативно-диагностического комплекса интеллектуальной системы управления квадрокоптером для обнаружения отказов и кибератак.

**Основная часть.** Суть предложенного метода заключалась в комплексировании методов машинного обучения и классической теории автоматического управления. В рассматриваемом подходе динамика квадрокоптера описывалась системой из нелинейных дифференциальных уравнений, где в качестве переменных состояния выступали вектора линейных и угловых скоростей объекта управления относительно осей в инерциальной системе координат. Математическая модель БПЛА была линеаризована в точке равновесия, в которой квадрокоптер находился в режиме парирования на заданной высоте для симуляции внештатных условий. В работе была задействована искусственная нейронная сеть вида Long Short Memory (LSTM). Такой выбор нейронной сети обусловлен тем, что LSTM обладает памятью и лучше определяет различные отказы и атаки чем классические вероятностные и статистические методы. Обучающая выборка для такой сети состояла из оценок наблюдателя системы, выходного сигнала объекта управления и допустимого интервала значений для каждой переменной состояния с учетом резкого изменения характера производной сигналов. В качестве цели для нейронной сети служила выборка из набора данных по техническим отказам и атакам на объект управления.

**Выводы.** Разработан комплекс по выявлению технических отказов и атак в интеллектуальной системе управления квадрокоптером на базе LSTM сети, который был протестирован в режиме парирования на заданной высоте в программе Matlab/Simulink.

Матвеев И. Ю. (автор)

Подпись \_\_\_\_\_

Юрьева Р. А. (научный руководитель)

Подпись \_\_\_\_\_