

2. Vincent J. Parks The Range of Speckle Metrology// Experimental Mechanics, 1980, p.181-191.

3. Osipov M. N., Sergeev R. N. Digital speckle photography with the ring aperture diaphragm. Procedia Engineering, 2017, vol. 201, pp. 55–163.

Сергеев Роман Николаевич, старший преподаватель каф. «Математическое моделирование в механике».

Осипов Михаил Николаевич, доцент, к. ф.-м. н., заведующий каф. «Безопасность информационных систем».

Федина Мария Ефимовна, доцент, к. ф.-м. н., исполняющий директор механико-математического факультета.

УДК 621.396:629.7

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

А.Т. Хакимхан, Е.А. Бобина  
КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева, г. Казань

**Ключевые слова:** беспроводная оптическая связь, ультрафиолетовое излучение, авиационные системы.

В условиях постоянного развития авиационных технологий и необходимости в обеспечении высоконадежной связи на борту летательных аппаратов, особое внимание уделяется изучению и внедрению эффективных систем передачи данных. Беспроводная оптическая связь (БОС), используя лазерное излучение, передает информацию. Достоинством такой связи является решение проблемы «тесноты в эфире», которая присуще связи, передающей данные по оптическому оптоволокну. Решение заключается в увеличении несущей частоты для обеспечения высокой информационной емкости [1].

Целью данной работы является определение наиболее перспективной технологии оптической передачи данных для авиационной техники.

Среди различных технологий БОС особенно выделяют атмосферные оптические линии связи (АОЛС), инфракрасные (ИК) и ультрафиолетовые (УФ) технологии из-за их потенциала в обеспечении высокоскоростной передачи данных.

Литературный обзор показал, АОЛС, или Free Space Optics (FSO), технологии предлагают значительные преимущества, такие как высокая пропускная способность и относительная надежность при определенных условиях [2,3]. Однако их эффективность существенно снижается под воздействием атмосферных условий, таких как облака, туман, дождь и сильный ветер [2]. Эти факторы могут привести к ухудшению качества сигнала или даже к полному прерыванию связи. Компенсация этих воздействий часто требует использования более мощных источников

излучения, что, в свою очередь, приводит к повышенному энергопотреблению.

ИК-системы, хотя и менее подвержены влиянию некоторых атмосферных условий по сравнению с АОЛС, все же могут испытывать негативное воздействие от электромагнитных помех, особенно в условиях высокой электромагнитной активности [4]. Это делает их менее предпочтительными для использования в некоторых авиационных приложениях, где требуется гарантия стабильности и надежности связи.

В контексте вышеупомянутых недостатков некоторых технологий, УФ-технологии представляют собой наиболее перспективное направление развития систем передачи данных для вертолетов. УФ излучение обладает высокой устойчивостью к атмосферным помехам, что обеспечивает его надежное функционирование в различных погодных условиях. Кроме того, УФ-системы требуют меньшей мощности по сравнению с другими оптическими системами, что способствует снижению энергопотребления и уменьшению воздействия на окружающую среду. Эта технология также отличается высокой степенью защиты от электромагнитных помех, что делает ее идеально подходящей для использования в условиях высокой электромагнитной активности, характерной для авиационной среды [5].

УФ-технологии не требуют сложной инфраструктуры для установки и эксплуатации, что упрощает их интеграцию в существующие системы вертолетов. Уникальные характеристики УФ-излучения позволяют создавать системы передачи данных, которые могут эффективно работать на различных дистанциях, обеспечивая высокую скорость передачи данных и надежность связи даже в самых сложных условиях.

Несмотря на значительные преимущества УФ-технологий в системах передачи данных для авиационной техники, одним из критических аспектов, требующих дополнительного анализа, является влияние солнечного света на эффективность приема УФ-сигналов. В дневное время солнечное излучение, содержащее УФ-компоненты, может существенно ухудшить качество приема, поскольку интенсивность солнечного УФ-излучения может превосходить сигнал от передатчика. В рамках дальнейших исследований планируется провести тщательный анализ условий эксплуатации системы и разработать меры для минимизации данного эффекта, обеспечивая таким образом надежность и стабильность работы УФ-систем передачи данных в различных условиях.

Таким образом, анализ различных технологий передачи данных для авиационной техники показывает, что несмотря на указанный недостаток, УФ-технологии представляют собой наиболее перспективное направление для обеспечения надежной и эффективной связи. Их высокая устойчивость к различным атмосферным условиям, низкое энергопотребление и устойчивость к электромагнитным помехам делают их наиболее

подходящими для авиационных приложений, где требования к надежности и эффективности связи особенно высоки.

#### Список использованных источников

1. Тарасов Л. В. Лазеры: действительность и надежды. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 176 с.
2. Son I. K., Mao I. A survey of free space optical networks. Digital Communications and Networks. Vol. 3. p.p. 67–77. May 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2016.11.002>
3. Karafolas N. Optical satellite networks. Lightwave Technology, IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology. Vol. 18. p.p. 1792–1806. Dec 2000. DOI: 10.1109/50.908734
4. Кузяков, Б. А. Анализ эффективности открытых систем связи ближнего и среднего ик диапазонов в гражданской авиации / Кузяков Б.А. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2009. – Т. 9, № 4. – С. 211-214.
5. Беспроводная оптическая связь в ультрафиолетовом с-диапазоне / Ефимова Ю. И., Проценко Э. В., Роменский М. В., Унру П. П. // Modern Science. – 2021. – № 4-1. – С. 445-450.

Хахимхан Алина Тахировна, студент каф. электронных и квантовых средств передачи информации (ЭКСПИ, [alinahakimhan@mail.ru](mailto:alinahakimhan@mail.ru)).

Бобина Елена Андреевна, к.т.н., доцент каф. электронных и квантовых средств передачи информации (ЭКСПИ), [eabobina@yandex.ru](mailto:eabobina@yandex.ru).

УДК 519.177; 004.056; 519.7

## ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ГРАФЫ И ЗАЩИТА ДАННЫХ

В.П. Цветов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** реберно размеченные графы, вероятностные модели, информационная безопасность.

В докладе определяются полугруппы вероятностных графов и матриц, пригодные для моделирования состояний информационных систем, в частности векторов атак. В работе развиваются методы, предложенные в [1-3].

Определим множество реберно размеченных графов  $V \times V^{[0,1]}$  с множеством вершин  $V = \{v_1, \dots, v_n\}$  и множеством размеченных ребер  $E_{[0,1]} = \left\{ (v_i, v_j, \rho_{ij}) \mid v_i, v_j \in V \wedge \rho_{ij} \in [0,1] \right\}$  с метками из замкнутого вещественного интервала  $[0,1]$ .

Определим вероятностное полукольцо  $\langle [0,1], (\cdot, \max) \rangle$  с носителем  $[0,1]$  и операциями арифметического умножения и взятия максимума.