

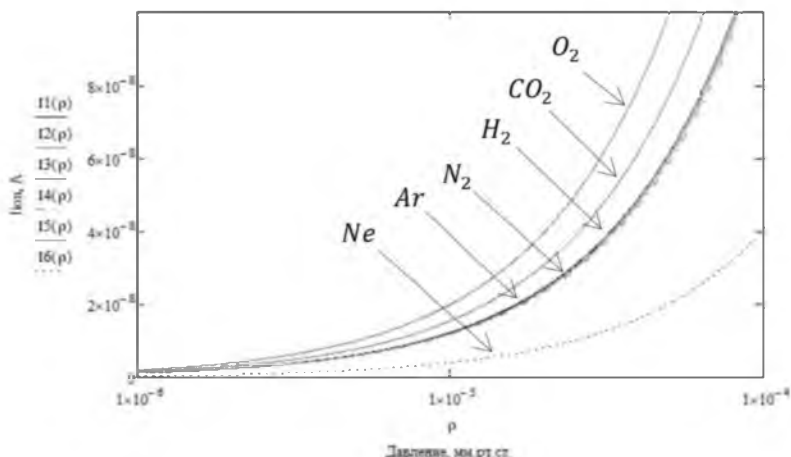


Рисунок 3- Зависимость ионного тока разных газов от давления в рабочем диапазоне $P \approx 10^{-4} - 10^{-6}$ мм.рт.ст.

Таким образом, можно заключить, что данная модель позволяет получить точное представление о распределении концентрации газов в анализируемой смеси, а также значения ионных токов внутри фиксированной камеры масс-спектрометра.

Список использованных источников

1. Пияков И.В., Родин Д.В., Родина М.А., Ионные источники для космических экспериментов: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2015. С. 114-115.
2. Семкин Н.Д., Проектирование масс-спектрометров для космических исследований: Учеб. Пособие, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2000. 165 с.

Шарафутдинов Данил Вадимович, студент каф. РЭС, wr2004@list.ru.

УДК 623.746

ЛАЗЕРНЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ С БПЛА НА ОСНОВЕ АКУСТООПТИЧЕСКОГО ДЕФЛЕКТОРА

А.А. Мухамадиев, В.Х. Ясовеев

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа

Ключевые слова: БПЛА, лазерное излучение, акустооптический дефлектор

На сегодняшний день мы наблюдаем бурный рост применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных областях. В

частности, агентство Grand View Research прогнозирует рост объема всех сегментов глобального рынка БПЛА к 2025 году до 84 млрд. долларов, а компания Huawei – до 200 млрд. долларов к 2027 году [1]. Данная статистика подтверждает актуальность проведения исследований в области БПЛА.

Одним из важных направлений данных исследований является обеспечение связи с БПЛА. К системам связи для БПЛА предъявляются такие требования, как высокая пропускная способность, дальность, надёжность, помехозащищённость, гибкость и адаптивность и т.д. Системы связи используются для управления, телеметрии и передачи информации между пунктом управления и БПЛА. Зачастую на борту БПЛА размещается аппаратура передачи командно-телеметрической информации и передачи информации полезной нагрузки. Аппаратура передачи командно-телеметрической информации используется для передачи командной информации на борт и передачи телеметрической информации с борта БПЛА. Опыт эксплуатации в различных областях применения показал необходимость обеспечения защиты от несанкционированного вмешательства в командно-телеметрическую информацию для обеспечения выполнения целей, стоящих перед операторами БПЛА, поэтому защита командно-телеметрической информации является актуальной проблемой.

Для защиты командно-телеметрической информации широкое распространение получило использование оптоволокну. Применение оптоволокну для защиты канала связи с БПЛА предполагает передачу видеосигнала и команд управления по оптоволоконному кабелю. Такие БПЛА могут применяться там, где радиосигнал невозможно или нежелательно применять, например, для осмотра труднодоступных мест, проведения спасательных работ, охраны стратегически важных объектов. Преимуществами использования оптоволокну являются стабильность связи, безопасность данных, устойчивость к помехам, высокое качество мультимедийной информации. Однако следует отметить и недостатки, такие как ограниченный радиус действия, сложность конструкции, уязвимость провода, низкая мобильность, одноразовый провод [2].

Для защиты передаваемой командно-телеметрической информации все больший интерес представляет использование лазерного излучения с целью управления БПЛА. В частности, Оксфордский университет совместно с компанией Airbus Group Innovations испытали лазерную систему связи для беспилотных летательных аппаратов, которая представляет собой наземный излучатель лазера с длиной волны 1150 нанометров для наведения оптического излучения на БПЛА и лазерный детектор с системой зеркал на борту [3]. Так же наблюдается рост количества патентов в области способов управления БПЛА модулируемым лазерным лучом. Таким образом, весьма актуальной задачей является разработка и исследование систем управления лазерным излучением в пространстве и

доставка его на борт БПЛА.

Для решения данной задачи, авторы предлагают обратиться к применению акустооптического (АО) эффекта в управлении лазерным излучением, а именно, использовать для управления им в пространстве акустооптические дефлекторы. Акустооптические дефлекторы – устройства, которые изменяют направление лазерного излучения с помощью акустических волн. Под действием механических деформаций, переносимых акустической волной в активном кристалле, возникает пространственная модуляция оптических свойств среды, обусловленная фотоупругим эффектом [4].

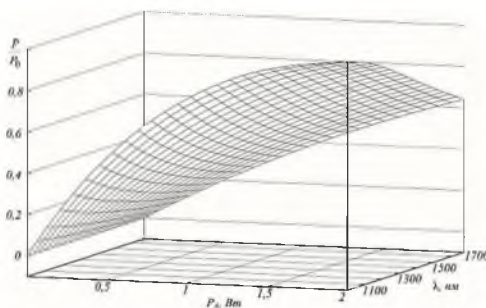


Рисунок 1 – График эффективности передачи оптического сигнала

Согласно выбранному материалу акустооптического дефлектора TeO_2 , коэффициент акустооптического качества составит $M_2 = 34 \cdot 10^{-15} \text{ с}^3/\text{кг}$, коэффициент преломления парателлурита $n = 2,26$, длина взаимодействия $L = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, ширина звукового столба $H = 10^{-3} \text{ м}$, скорость звука в кристалле $v_{\text{зв}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ м/с}$. На рисунке 1 показана зависимость эффективности передачи оптического сигнала P/P_0 от мощности звуковой волны P_A и длины волны коммутируемого оптического сигнала, согласно которой повышение мощности звука P_A и уменьшение длины световой волны λ в исследуемом диапазоне способствует увеличению эффективности передачи сигнала [5, 6].

На основании исследований были сделаны выводы об увеличении эффективности передачи оптического сигнала P/P_0 с увеличением длины акустооптического взаимодействия L и мощности звуковой волны P_A , а также выбором меньшей длины волны из исследуемого спектрального диапазона.

Список использованных источников

1. Попова М. Какие отрасли в России переходят на беспилотники

[Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/651fc16d9a79476386445662> (дата обращения: 23.03.2025).

2. Дроны на веревочке: как оптоволокно меняет правила игры [Электронный ресурс]. URL: <https://kalashnikov.club/a/drony-na-verevochke-kak-optovолокно-menyat-pravila-igry> (дата обращения: 23.03.2025).

3. Сычев В. Британцы испытали лазерную связь для беспилотников [Электронный ресурс]. URL: <https://nplus1ru.turbopages.org/nplus1.ru/s/news/2016/03/15/laser> (дата обращения: 23.03.2025).

4. Магдич Л.Н., Молчанов В.Я. Акустооптические устройства и их применение. – М., «Сов. радио», 1978. – 112 с.

5. Мухамадиев А.А. Математическая модель акустооптического коммутатора волоконно-оптических линий связи // Оптический журнал. – т. 86. – № 4. – С. 11-18.

6. Vishnevskiy A.A. Correction of dynamic errors of fiber-optic pressure sensor based on dynamic reflexive transformation method / A.A. Vishnevskiy, V.K. Yasoveev, Z.M. Khasanov // Proceedings International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, 2017. – P. 8076120.

Мухамадиев Айдар Асхатович, к.т.н., доцент каф. электронной инженерии aidar80@mail.ru

Ясовеев Васих Хаматович, д.т.н., профессор каф. электронной инженерии yasov@mail.ru