

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

**Волков С.Э.**

*ГП «Укркосмос», Киев, Украина*

*E-mail: space-researcher@i.ua*

### **Perspective communications systems with satellites**

Communication systems using optical and X-ray radiation are considered. Difficulties in realization and their new possibilities are described.

В последние годы активно разрабатываются оптические и рентгеновские системы связи, которые будут способны заменить радиочастотные системы в условиях космического вакуума. Новые системы будут обладать уникальными характеристикам: широкая полоса пропускания, свободный от лицензирования спектр, высокая скорость передачи данных, простота и скорость развертывания, меньшие требования к мощности и низкая масса [1].

В оптических системах (FSO - free space optical communication), по сравнению с радиочастотными, энергопотребление снижается примерно в 2 раза, а габаритные размеры – в 10 раз. Доступная полоса пропускания составит не менее 1 ТГц - около 1% от частоты несущей ( $\approx 10^{15}$  Гц). Узкая направленность излучения позволяет повысить энергетику и защищённость линии. В процессе экспериментов достигнуты скорости передачи данных между космическими аппаратами в несколько Гбит/с [2].

Несмотря на большой потенциал систем FSO, их производительность ограничена неблагоприятными воздействиями атмосферного участка распространения (поглощением, рассеянием и турбулентностью).

Также существует сложность точного позиционирования приёмника и передатчика на космических аппаратах, движущихся с высокой скоростью. Для этого требуются особые алгоритмы сканирования, установления и поддержания связи, предсказанием движения приёмника и передатчика относительно друг

друга. Всё это может привести к ухудшению характеристик системы либо сделать сеансы связи относительно краткосрочными.

Оптические системы связи могут найти своё применение на геостационарных космических аппаратах, когда со станции на Земле или низкоорбитального КА по оптической линии «вверх» передается информация, которая затем вещается на приёмную земную станцию в радиодиапазоне по традиционному принципу.

Ввиду дефицита радиочастотного ресурса и отсутствию необходимости радиочастотной координации оптические системы могут оказаться незаменимы для организации связи со множеством низкоорбитальных микроспутников, которые появятся в ближайшее время.

Другая альтернатива системам радиосвязи - использовать рентгеновское излучение. Оно имеет меньшую длину волны по сравнению с оптическим, поэтому может обеспечить бóльшие скорости передачи данных при меньшем энергопотреблении и более узкие диаграммы направленности.

Рентгеновское излучение может распространяться сквозь непреодолимые для радиоволн препятствия и применяться для систем навигации в космическом пространстве, передачи данных между космическими аппаратами, обеспечения связи с гиперзвуковыми объектами во время движения в облаке плазмы [2].

В 2017 году на Международной космической станции (МКС) уже был испытан приемник рентгеновского излучения, использующий сигналы пульсаров для определения координат МКС с точностью до 4,8 км. На ближайшее время на МКС запланирован эксперимент с передачей данных на расстояние 50 метров [4].

Передатчик работает по следующему принципу: лазерное излучение направляется на фотокатод, генерирующий электроны, которые затем умножаются, фокусируются, ускоряются и направляются на анод-мишень, производящую рентгеновские лучи. Модуляция происходит путём включения/выключения передатчика (рис. 1). Однако в такой схеме отмечается

нерегулярность отдельных импульсов излучения, что делает сигнал более подверженным ошибкам.

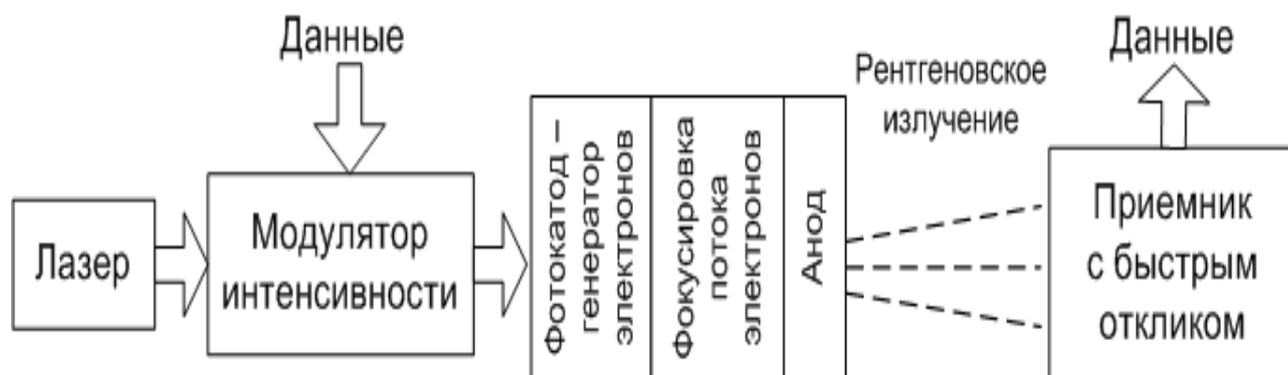


Рис. 1. Одна из моделей системы передачи данных в рентгеновском диапазоне.

Для реализации новых систем связи, основанных на использовании оптического или рентгеновского излучения необходима адаптация существующих либо разработка новых устройств, технологий и протоколов физического и других уровней модели OSI.

### Литература

1. Cornell University [Электронный ресурс] / *Hemani Kaushal, Georges Kaddoum*. Optical Communication in Space: Challenges and Mitigation Techniques — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1705.10630> (дата публикации: 28.05.2017).
2. SpaceItBridge [Электронный ресурс] / *Doug Mohny*. Gigabit and faster laser communication advances for satellite use — Режим доступа: <https://www.spaceitbridge.com/gigabit-and-faster-laser-communication-advances-for-satellite-use.htm> (дата публикации: 23.05.2018).
3. Space.com [Электронный ресурс] / *Charles Q. Choi*. NASA X-Ray Tech Could Enable Superfast Communication in Deep Space — Режим доступа: <https://www.space.com/34824-nasa-x-ray-tech-deep-space-communication.html> (дата публикации: 28.11.2016).
4. Newatlas.com [Электронный ресурс] / *Michael Irving*. NASA to test X-ray communication system on the ISS — Режим доступа: <https://newatlas.com/nasa-xray-communication-iss/58570> (дата публикации: 21.02.2019).