

УДК 629.78:621.373.826

Космические эксперименты по отработке элементов технологии дистанционного энергоснабжения и лазерной связи со спускаемыми аппаратами

Грибков Александр Сергеевич

alexander.gribkov@rsce.ru

Евдокимов Роман Александрович^(*)

roman.evdokimov@rsce.ru

Мацак Иван Сергеевич

ivan.macak@rsce.ru

Тугаенко Вячеслав Юрьевич

vjatcheslav.tugaenko@rsce.ru

ПАО «РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрено состояние работ по отработке технологии беспроводной передачи электрической энергии (БПЭЭ) в лазерном канале между КА на РС МКС, включая проведение целевой работы (ЦР) по подтверждению ресурса компонентов лазерных систем в натурных условиях (ЦР «Тест-Пеликан-Ресурс»). Показана возможность развития данных работ на Российской орбитальной станции (РОС) в рамках ЦР «Тест-Пеликан-Наведение» для отработки системы наведения излучателя на приемник. Представлена ЦР «Плазма-СА» для изучения возможности лазерной связи между спускаемым аппаратом (СА) корабля «Союз» и наземными пунктами, когда радиосвязь блокирована слоем атмосферной плазмы.

Ключевые слова: космический эксперимент, РС МКС, Российская орбитальная станция, дистанционное энергоснабжение, лазерная связь

Введение. БПЭЭ — одна из перспективных областей применения лазерных технологий в космосе. Системы БПЭЭ могут применяться для дистанционного энергоснабжения созвездий малых КА [1], посадочных аппаратов и роев на поверхности Луны [2] и пр. В РКК «Энергия», в рамках подготовки космического эксперимента (КЭ) по БПЭЭ между КА в лазерном канале [3] реализуются ЦР «Тест-пеликан-ресурс» и «Тест-Пеликан-наведение». Также предложен эксперимент (ЦР «Плазма-СА») для изучения возможности установления лазерной связи с СА на участке, когда радиосвязь блокирована слоем атмосферной плазмы.

Методы и материалы; результаты. Для отработки технологии БПЭЭ требуется подтверждение ресурсных характеристик источников лазерного излучения, а также принципов работы системы наведения излучателя в натурных условиях. В настоящий момент завершается наземная подготовка ЦР «Тест-Пеликан-ресурс» для решения первой задачи. Научная аппаратура (НА) «Блок «Тест-Пеликан-Р» (масса — 33 кг; габариты — 440×470×300 мм, энергопотребление — до 50 Вт) размещается внутри модуля МЛМ РС МКС и обеспечивает: генерацию излучения диодным и оптоволоконным лазерами с суммарной оптической мощностью до 10 Вт в течение не менее 5000 ч; измерение параметров генерируемого лазерного излучения (мощности, профиля пучка) и температуры элементов НА для изучения зависимости парамет-

ров от времени. В рамках ЦР «Тест-Пеликан-наведение» должен быть отработан процесс поиска, захвата и сопровождения блока мишени (имитирующего приемник лазерного излучения), размещаемого на ТГК «Прогресс-РОС», блоком «Тест-Пеликан-Н», размещаемом на РОС за одним из иллюминаторов станции. Рабочая зона поиска имеет угловые размеры $60^\circ \times 60^\circ$, дальность обнаружения — 500–4000 м. ЦР «Плазма-СА» предлагается для изучения возможности лазерной связи между СА и наземными пунктами на плазменном участке спуска. Основные цели КЭ: экспериментальное изучение плазмы, окружающей СА, путем регистрации спектра ее излучения; изучение динамики процессов загрязнения иллюминатора путем регистрации генерируемого НА лазерного излучения, отраженного от наружной поверхности иллюминатора. Блок НА размещается внутри СА корабля «Союз» (на иллюминаторе визира ВСК).

Заключение. Для отработки технологии БПЭЭ в лазерном канале в РКК «Энергия» реализуется ЦР «Тест-Пеликан-Ресурс» по подтверждению ресурса источников лазерного излучения на РС МКС. Предложена ЦР «Тест-Пеликан-Наведение» для отработки на РОС системы наведения излучателя. Экспериментальное подтверждение ключевых элементов технологии БПЭЭ открывает возможность для разработки штатных систем дистанционного энергоснабжения КА. В рамках ЦР «Плазма-СА» изучается возможность лазерной связи между СА и наземными станциями на плазменном участке спуска.

Список источников

- [1] Chertok B.E., Evdokimov R.A., Legostaev V.P., Lopota V.A., Sokolov B.A., Tugaenko V.Yu. Remote Electric Power Transfer between Spacecrafts by Infrared Beamed Energy. *AIP Conference Proceedings*, 2011, vol. 1402 (1), pp. 489–496. <https://doi.org/10.1063/1.3657057>
- [2] Евдокимов Р.А., Тугаенко В.Ю. Дистанционное энергоснабжение потребителей на поверхности Луны. *Известия РАН. Энергетика*, 2019, № 5, с. 3–19.
- [3] Евдокимов Р.А., Тугаенко В.Ю. Отработка технологии дистанционного энергоснабжения лазерным излучением в космосе на борту РС МКС. *Наука на МКС. Третья междунар. конф., посв. 25-летию МКС: сб. тез.* Москва, ИКИ, 2023, с. 97–101.