

специалистов ОАО «ИСС» (2–4 марта 2011). С. 250–251.

### References

1. Krivov E., Dmitriev G., Golovanov Yu., etc. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii "Teplovyye truby kosmicheskogo primeneniya"* (International conference papers "Heat Pipes for Space Application"), NPO im. S. A. Lavochkina, Khimki, 2009, p. 88–89.

2. Krivov E., Dmitriev G., Shilkin O., etc. *Kosmicheskiye vekhi, sbornik trudov posvyashchenny 50-letiyu sozdaniya OAO "ISS" imeni akademika M. F. Reshetnova* (Edition "Space milestones"), 2009, p. 704–713.

3. Krivov E., Dvirniy V., Dmitriev G., etc. *Nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh spetsialistov OAO "ISS"* (Conference papers "Scientific-technical conference of young specialists of JSC "ISS"), 2011, p. 250–251.

© Кривов Е. В., 2013

УДК 621.396.67

## ОРГАНИЗАЦИЯ СКВОЗНОГО ТРАКТА ТЕЛЕМОСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕТРАНСЛЯЦИИ «ЛУЧ»

К. В. Громов, Ю. Г. Выгонский, С. М. Роскин, А. В. Кузовников, В. А. Мухин

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева»  
Россия, 662972, г. Железногорск Красноярского края, ул. Ленина 52  
E-mail: grom@iss-reshetnev.ru

*Рассмотрены вопросы организации телемостов с использованием многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч». Приведено общее описание, технические и эксплуатационные характеристики системы.*

*Разработана методология использования МКСР «Луч» для организации проведения телемостов с наземными потребителями.*

*Ключевые слова: многофункциональная космическая система ретрансляции, орбитальная группировка, космический аппарат, земная станция, центр управления ретрансляцией и связью, наземный комплекс обеспечения ретрансляции, сквозной тракт.*

## ORGANIZATION THROUGH CHANNEL TELEVISION SPACE BRIDGES WITH USAGE OF MULTIFUNCTIONAL SPACE SYSTEM RELAYING "LUCH"

K. V. Gromov, U. G. Vigonskiy, S. M. Roskin, A. V. Kuzovnikov, V. A. Muhin

JSC "Academician M. F. Reshetnev "Information Satellite Systems"  
52 Lenin str., Zhelenogorsk, Krasnoyarsk region, 662972, Russia. E-mail: grom@iss-reshetnev.ru

*This work has questions of organization television space bridges with usage of multifunctional space system relaying (MSSR) "Luch". Here present general description, technical and operational description of system.*

*Developed methodology use of MSSR "Luch" for organization television space bridges with ground consumers.*

*Keywords: multifunctional space system relaying, orbital group, space craft, ground station, control center of relaying connection, ground complex support of relaying, through channel.*

**Общее описание МКСР «Луч».** МКСР «Луч» создается в рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 года. Разработчиком системы является Открытое акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева (ОАО «ИСС»).

Система, предназначена для обеспечения:

а) контроля и управления в структуре НАКУ КА НЭСН и измерений через космические аппараты (КА)-ретрансляторы существующими и перспективными объектами ракетно-космической техники (РКТ)

социально-экономического и, при необходимости, специального назначения на всех этапах их полета (выведение, орбитальный участок, спуск), при испытаниях и штатной эксплуатации:

- низкоорбитальными КА, включая автоматические КА, пилотируемые КА и космическими станциями, в том числе международной космической станцией (МКС);
- ракетами-носителями (контроль);
- разгонными блоками.

б) обмена между объектами РКТ и центрами управления их полетом (ЦУП) информацией, необходимой для целей управления (командно-программной, телеметрической, траекторной, телевизионной и телефонно-телеграфной);

в) ретрансляции информации целевого назначения с полезных нагрузок объектов РКТ в ЦУПы объектов РКТ;

г) ретрансляции на наземные комплексы управления (НКУ) сигналов «Вызов НКУ» с различных низкорелятирующих КА-абонентов при возникновении на них нештатных и аварийных ситуаций;

д) ретрансляции информации от платформ сбора данных и мониторинга (ПСД) в центры сбора данных и их выносные пункты приема информации космической гидрометеорологической системы «Планета-С»;

е) ретрансляции информации от аварийных радиобуев (АРБ) на станции приема и обработки информации (СПОИ) международной космической системы спасения «КОСПАС – САРСАТ»;

ж) ретрансляции сигналов системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ).

МКСР «Луч» состоит из космического и земного сегментов. Космический сегмент МКСР «Луч» включает:

а) модернизированный унифицированный космический комплекс «Луч-М» с геостационарными КА-ретрансляторами «Луч-5А», «Луч-5Б», «Луч-5В»;

б) абонентскую аппаратуру ретрансляции (ААР) S- и Ku-диапазонов изделий РКТ различного назначения (входит в состав МКСР функционально).

Земной сегмент МКСР «Луч» включает:

а) наземный комплекс обеспечения ретрансляции (НКОР), содержащий:

– центр управления ретрансляцией и связью (ЦУРС);

– земные станции (ЗС), обеспечивающие информационный обмен с КА-ретрансляторами по магистральному каналу;

– контрольно-измерительный комплекс для проведения летных испытаний модулей целевой аппаратуры КА-ретрансляторов и орбитальной юстировки их антенн в процессе эксплуатации;

– транспортируемую земную станцию (приемо-передающая Ku-диапазона частот);

– аппаратно-программный комплекс оператора системы (ОАО «СС «Гонец»).

б) платформы сбора данных (ПСД) и станции приема данных с платформ (СПДП) гидрометеорологической системы «Планета-С», функционально;

в) аварийные радиобуи (АРБ) и станции приема информации аварийных буев (СПИАБ) системы «КОСПАС – САРСАТ», функционально;

г) станции потребителей СДКМ, наземный комплекс закладки и контроля (КЗиК), станции потребителей МГНС ГЛОНАСС, функционально;

д) абонентские земные станции спутниковой связи, в т. ч. мобильные репортажные станции для проведения телемостов.

Управление КА-ретрансляторами осуществляется средствами наземного комплекса управления, входящего в состав космического комплекса «Луч-М».

Задачи планирования, управления и контроля работы средств МКСР и взаимодействия абонентов и потребителей должны решаться Центром управления ретрансляцией и связью.

Описание и характеристики БРК КУ КА-ретрансляторов (табл. 1). Высокочастотная схема бортового ретрансляционного комплекса контроля и управления (БРК КУ) КА «Луч-5А» и «Луч-5В» представлена на рис. 1.

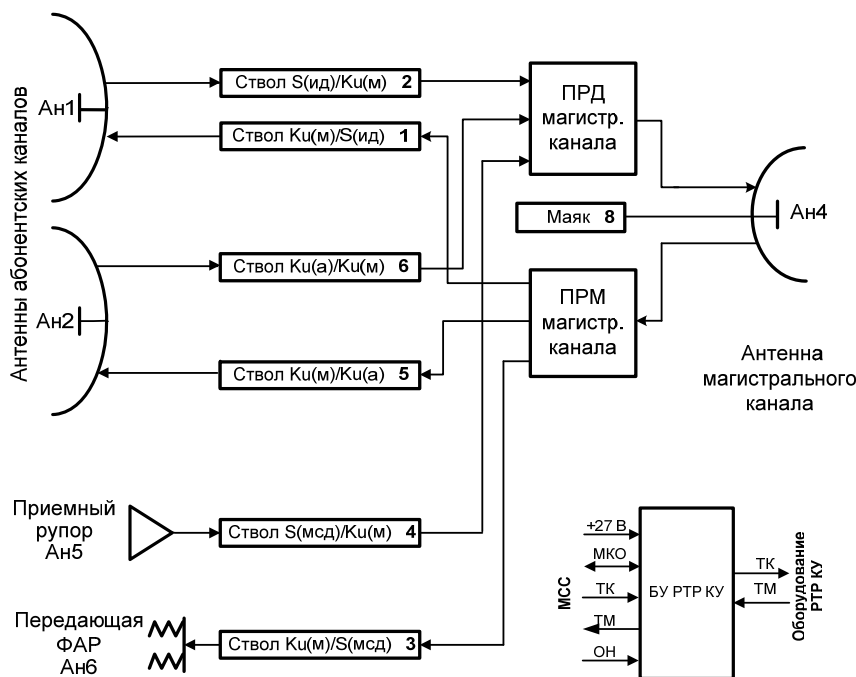


Рис. 1. Высокочастотная схема БРК КУ КА «Луч-5А», «Луч-5В»

## Характеристики элементов БРК КУ КА «Луч-5А» (КА «Луч-5Б»)

Ствол	Частоты приема, МГц	Приемная антенна	G/T, дБ/К	Полоса ствола, по уровню –1дБ, МГц	Частоты передачи, МГц	Передающая антенна	ЭИИМ, дБВт
S(ид)/Ku(м)	2200–2290	Ан1 КУ = 35,7 дБ Lтр = 1,9 дБ Lн = 0,2 дБ	7,2	16	10754,2–10770,2	Ан4 КУ = 30 дБ Lтр = 0,9 дБ	39,1
Ku(м)/S(ид)	14565,4–14575,4	Ан4 КУ = 30,5 дБ Lтр = 1,1 дБ	2,5	10	2025,59–2109	Ан1 КУ = 35 дБ Lтр = 2,1 дБ Lн = 0,2 дБ	42,4
S(мсд)/Ku(м)	2200–2290	Ан5 КУ = 14,8 дБ Lтр = 1,1 дБ	–12,6	16	10712–10728	Ан4 КУ = 30 дБ Lтр = 0,9 дБ	39,1
Ku(м)/S(мсд)	14520–14530	Ан4 КУ = 30,5 дБ Lтр = 1,1 дБ	2,5	10	2025,59–2109	Ан6 КУ = 14,3 дБ Lтр = 1,3 дБ	29,7
Ku(a)/Ku(м)	15112–15192 15256–15336	Ан2 КУ = 52,6 дБ Lтр = 1,2 дБ	24,1	2 x 80	10962–11042 11106–11186	Ан4 КУ = 30 дБ Lтр = 0,9 дБ	39,1
Ku(м)/Ku(a)	14655–14689	Ан4 КУ = 30,5 дБ Lтр = 1,1 дБ	2,5	34	13511–13545	Ан2 КУ = 51,8 дБ Lтр = 1,5 дБ	59,6
Радиомаяк	–	–	–	–	10747,45–10747,55	Ан4 КУ = 30 дБ Lтр = 0,9 дБ	19,1

Каждый ствол имеет в своем составе следующие функциональные части:

- каналообразующие элементы (входные и выходные мультиплексоры);
- маломощный усилитель для приема и усиления абонентского или магистрального сигнала;
- преобразователь частоты входного сигнала в частоту выходного сигнала;
- усилители мощности выходного сигнала.

Высокочастотная схема БРК КУ КА «Луч-5Б» является урезанным вариантом схемы КА «Луч-5А» и КА «Луч-5Б», из-за отсутствия в ней стволов S-диапазона с многостанционным доступом к каналу ретрансляции (см. таблицу).

**Баллистическая структура.** Орбитальная группировка МКСП базируется на КА-ретрансляторах, которые располагаются на геостационарной орбите в точках стояния 16° з. д. («Луч-5Б»), 95° в. д. («Луч-5В») и 167° в. д. («Луч-5А»).

На рис. 2–4 показаны гарантированные ЗРВ для минимально допустимых значений углов места работы земных станций  $\gamma_{\min}$ , равных 5, 10, 15 ° для КА «Луч-5А», «Луч-5Б» и «Луч-5В» и предполагаемые пункты размещения земных станций связи.

**Организация и логика функционирования сквозного тракта организации телемостов.** Сквозной тракт это совокупность всех технических средств и линий связи, обеспечивающих передачу телевизионного сигнала из места проведения видеосъемки до телевизионного центра, с использованием спутникового канала ретрансляции.

МКСП «Луч» предоставляет потребителю (телецентр) сквозной тракт, в сеансном режиме, как ресурс общего пользования.

Управление всеми видами информационных обменов в МКСП «Луч», распределение ресурса КА «Луч-5А», КА «Луч-5Б» и КА «Луч-5В» обеспечивает центр управления ретрансляцией и связью (ЦУРС) в составе земного сегмента МКСП «Луч».

Аппаратно-программный комплекс оператора (АПКО) ОАО «СС «Гонец» осуществляет обмен информацией с потребителями МКСП «Луч» и взаимодействующими структурами. Для обеспечения передачи информации из труднодоступных мест предполагается использовать мобильную земную станцию ЗССС-Л с диаметром антенны 1,5 м.

В целях приема телевизионного сигнала предполагается использовать транспортируемую земную станцию ТЗС-Л с диаметром антенны 7 м.

В случае необходимости организации телемоста потребитель обращается в организацию-оператор (ОАО «СС «Гонец») с просьбой организовать телемост. Оператор используя АПКО подает заявку на выделение частотного ресурса в ЦУРС. После подтверждения на разрешение проведения сеанса связи АПКО закладывает на планируемые к использованию земные станции исходные данные (целеуказания наведения антенн, координаты размещения мобильной земной станции, время начала и конца телемоста и пр.). Параллельно ЦУРС обращается в ЦУП-Л с целью конфигурирования бортовой аппаратуры и наведения антенн КА «Луч» на земные станции.

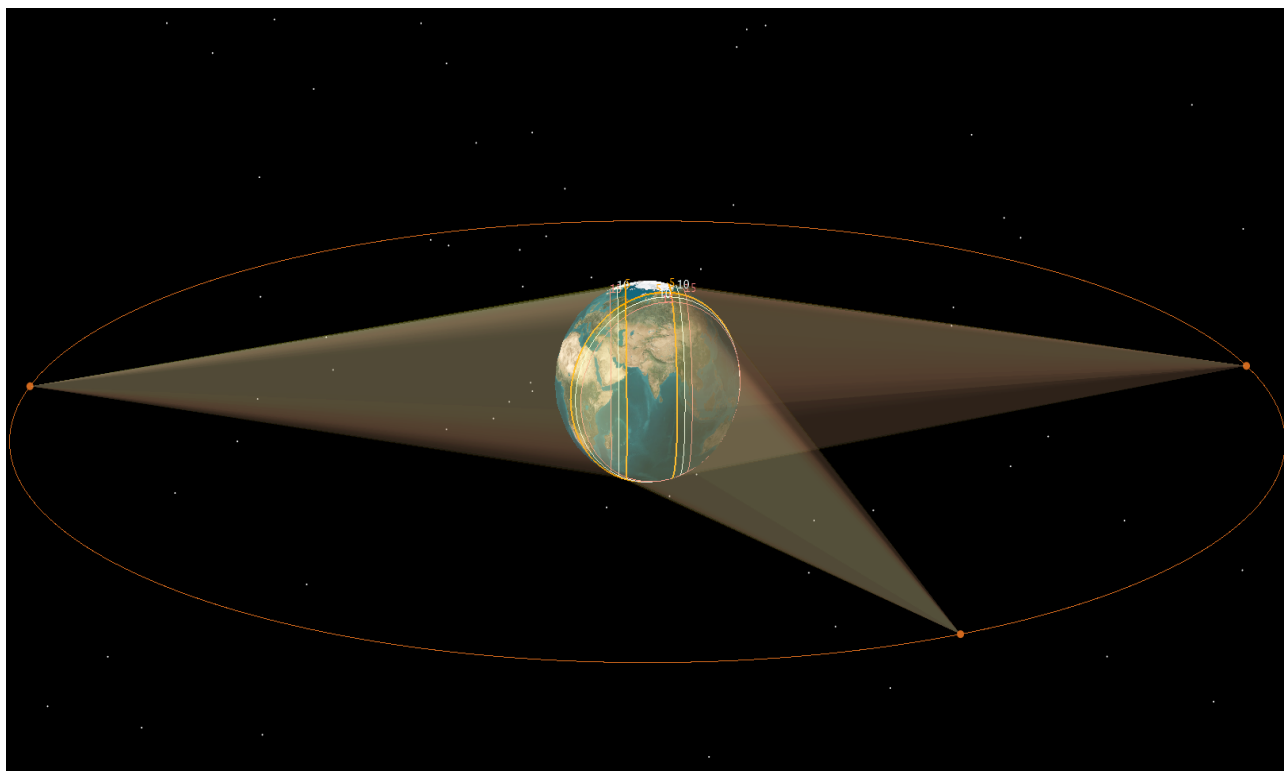


Рис. 2. Общая схема расположения ГКА типа «Луч» на геостационарной орбите

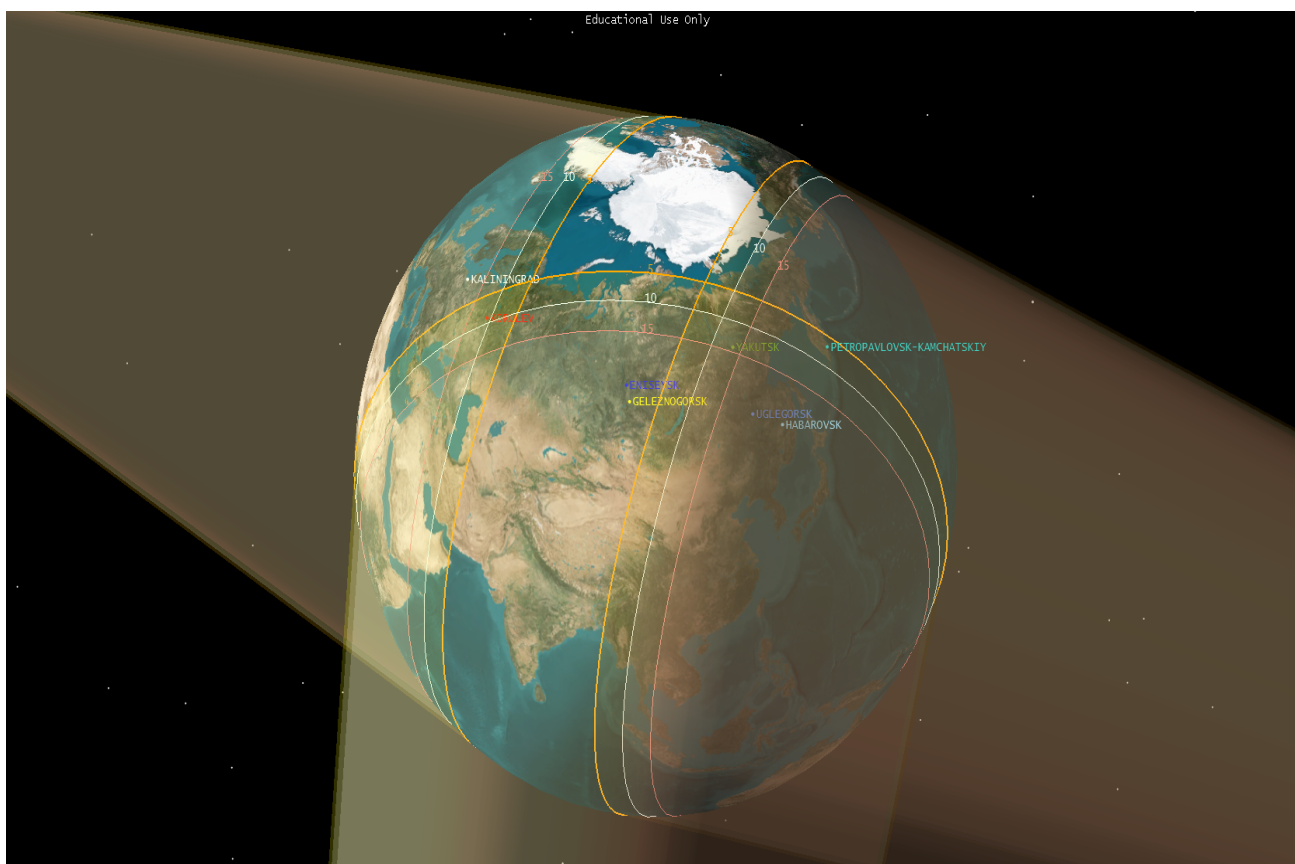


Рис. 3. Зоны радиовидимости ГКА типа «Луч» (трехмерное изображение)

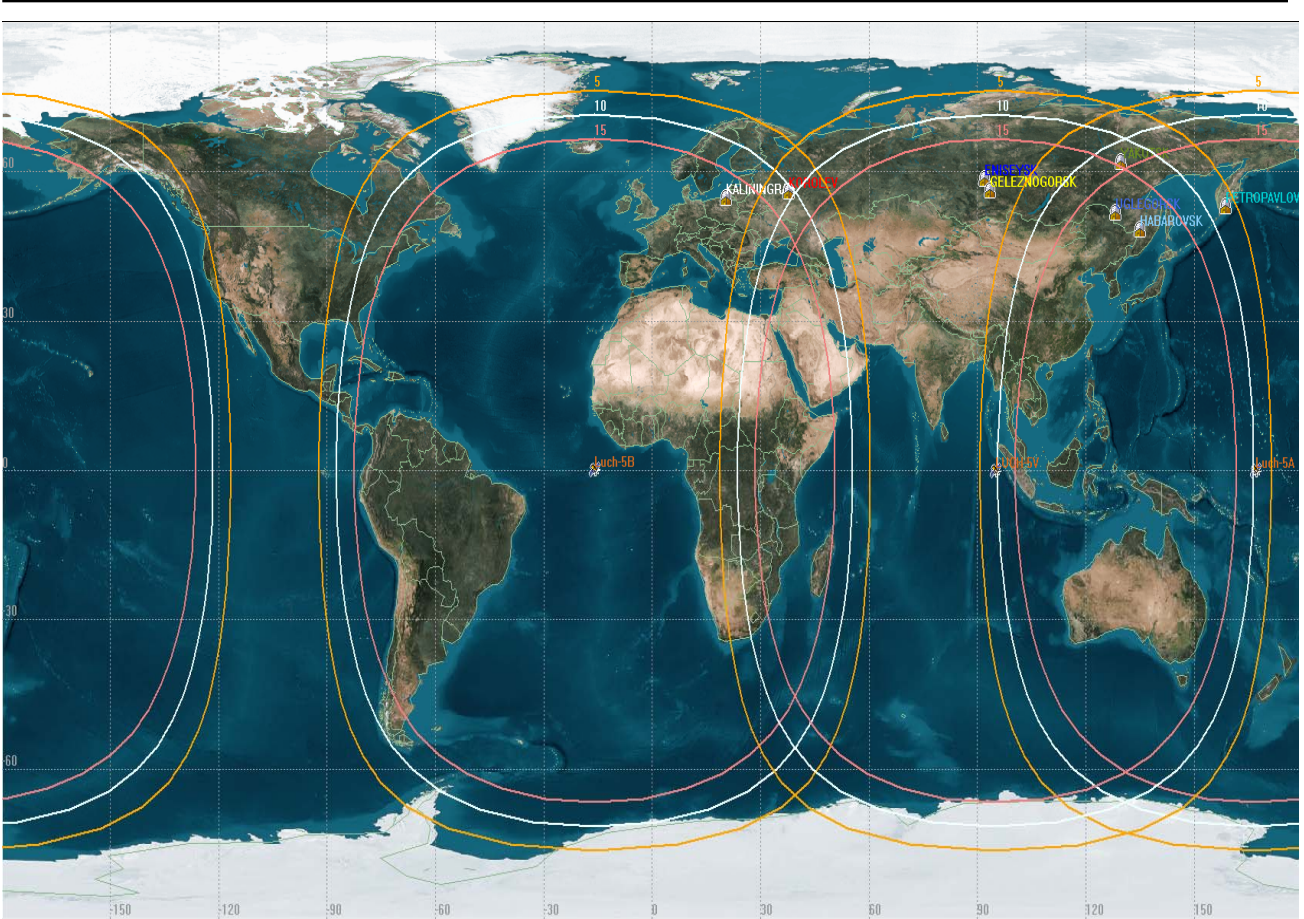


Рис. 4. Зоны радиовидимости ГКА типа «Луч» (двухмерное изображение)

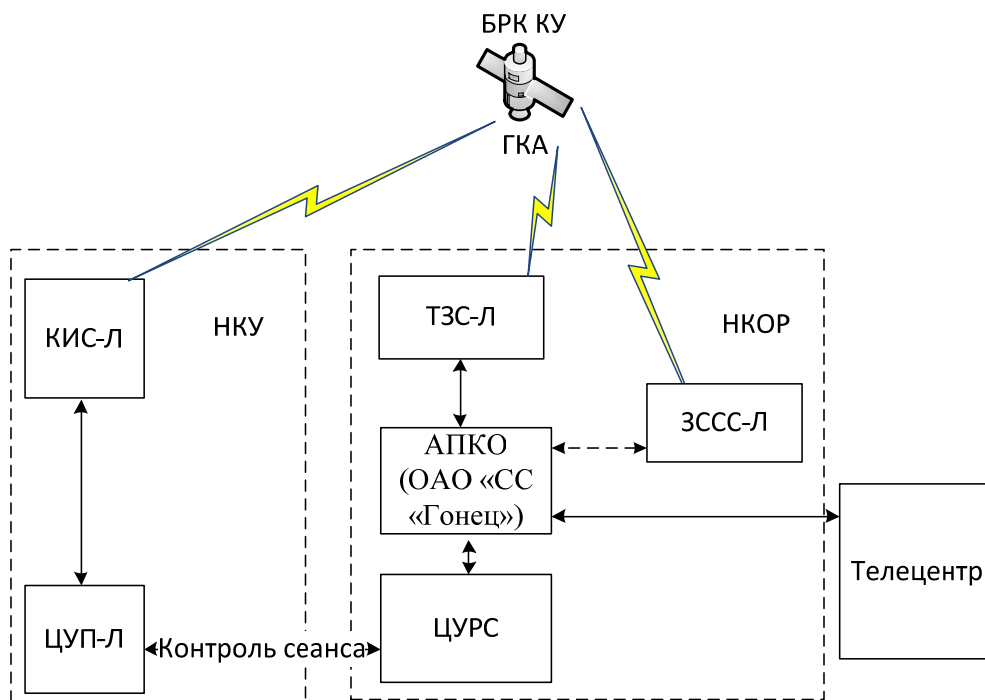


Рис. 5. Схема организации сквозного тракта телемостов

После проведения сеанса ретрансляции информация транслируется от приемной ЗС в АПКО и далее конечному потребителю, а в ЦУРС транслируется вся отчетная информация по проведенному сеансу связи.

В работе приведено описание системы МКСР «Луч», приведена баллистическая схема размещения ретрансляционных КА на геостационарной орбите, построены зоны радиовидимости для минимально допустимых значений углов места работы земных станций  $\gamma_{\text{мин}}$ , равных 5, 10, 15°.

Построена схема организации, а также описана логика функционирования сквозного тракта организации телемостов.

#### Библиографические ссылки

1. Тактико-техническое задание на разработку и создание многофункциональной космической системы ретрансляции «Луч» с геостационарными космическими аппаратами космического комплекса «Луч-М». 2002 г.
2. ТТЗ «Создание многофункциональной космической системы ретрансляции «Луч» с 3-мя космическими аппаратами на геостационарной орбите». Дополнение № 7, 2012 г.
3. Основные характеристики МКСР «Луч» и основные положения по взаимодействию аппаратуры

абонентов и бортовых ретрансляционных комплексов КА «Луч-5А», «Луч-5Б» и «Луч-5В». Железногорск, ОАО «ИСС» им. академика М. Ф. Решетнева, 2012.

#### References

1. *Taktiko-tehnicheskoye zadaniye na razrabotku i sozdaniye mnogofunktional'noy kosmicheskoy sistemy retranslyatsii "Luch" s geostatsionarnymi kosmicheskimi apparatami kosmicheskogo kompleksa "Luch-M"* (Performance task for design and making multifunctional space system relaying "Luch" with geostationary space crafts of space complex "Luch-M"). 2002.
2. *TTZ "Sozdaniye mnogofunktional'noy kosmicheskoy sistemy retranslyatsii "Luch" s 3-mya kosmicheskimi apparatami na geostatsionarnoy orbite"* (Performance task "Making multifunctional space system relaying "Luch" with three space crafts located on geostationary orbit". Addendum number 7, 2012.
3. *Osnovnyye kharakteristiki MKSR "Luch" i osnovnyye polozheniya po vzaimodeystviyu apparatury abonentov i bortovykh retranslyatsionnykh kompleksov KA "Luch-5A", "Luch-5B" i "Luch-5V"* (Basic descriptions MSSR "Luch" and basic regulations of equipment consumers and board relaying systems satellite "Luch-5A", "Luch-5B" and "Luch-5V" interaction). Geleznogorsk, JSC "Academician M. F. Reshetnev "Information Satellite Systems", 2012.

© Громов К. В., Выгонский Ю. Г., Роскин С. М., Кузовников А. В., Мухин В. А., 2013

УДК 621.372.83.001.24

### ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВОЛНОВОДНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАКТОВ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

С. К. Злобин<sup>1</sup>, М. М. Михнев<sup>1</sup>, В. Д. Лаптенко<sup>2</sup>, А. Н. Бочаров<sup>2</sup>, Б. Б. Долгополов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева  
Россия, 662972, г. Железногорск Красноярского края, ул. Ленина, 52

<sup>2</sup> Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева  
Россия, 660014, Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>3</sup> ООО «Эком»

Россия, 660048, Красноярск, ул. Брянская, 360. E-mail: ius\_bocharov@sibsau.ru

*Показаны особенности производства тонкостенных волноводно-распределительных трактов космических аппаратов с применением индукционной пайки. Рассмотрены вопросы отработки технологии индукционной пайки волноводных трактов в условиях узкого диапазона разброса температур, неравномерного нагрева по контуру. Для отработки технологии индукционной пайки используется технологический комплекс, содержащий индукционную установку и стенд управления на базе промышленного компьютера с регистрацией температур в контрольных точках паяных соединений. В результате исследований доработаны конструкции индукторов, в результате чего приближены зоны максимального нагрева к зонам пайки. Внедрение технологии индукционной пайки позволило снизить массогабаритные характеристики волноводов и обеспечить требуемые электрические характеристики. Указаны пути совершенствования технологии индукционной пайки волноводных трактов.*

*Ключевые слова:* индукционная пайка, волноводный тракт, индуктор, температурное поле, индукционная установка, стенд управления, промышленный компьютер, термопара.