



УДК 621.396.1

**А. В. Кузовников, М. П. Иванова, А. А. Есипенко**

*АО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М. Ф. Решетнёва»,  
г. Железногорск, Красноярский край, Россия*

## СИСТЕМА ПЕРСОНАЛЬНОЙ ПОДВИЖНОЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ В ИНТЕРЕСАХ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ШАНХАЙСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СОТРУДНИЧЕСТВА<sup>1</sup>

*Описываются принципы построения и основные характеристики системы персональной подвижной спутниковой связи, обслуживающей территорию государств-членов Шанхайской организации сотрудничества (Казахстан, Киргизия, КНР, Россия, Таджикистан, Узбекистан).*

*Ключевые слова: подвижная спутниковая связь, космические аппараты, геостационарная орбита.*

**A. V. Kuzovnikov, M. P. Ivanova, A. A. Esipenko**

*JCS «Academician M. F. Reshetnev» Information Satellite Systems»,  
Zheleznogorsk, Russian Federation*

## PERSONAL MOBILE SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM WITH A SPACECRAFT IN A GEOSTATIONARY ORBIT IN INTEREST OF MEMBERS STATES OF SHANGHAI COOPERATION ORGANIZATION

*The article provides the principles of construction and the main characteristics of the personal mobile satellite communication system serving the territory of Shanghai Cooperation Organization members states (Kazakhstan, Kyrgyzstan, China, Russia, Tajikistan, Uzbekistan).*

*Key words: mobile satellite communications, spacecrafts, geostationary orbit.*

В настоящее время спутниковая мобильная связь является наиболее перспективным направлением развития спутниковых технологий. При этом у государств-членов Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) пока не существует систем спутниковой мобильной связи на базе орбитальной

группировки космических аппаратов на геостационарной орбите.

Данная статья содержит предложения по созданию многофункциональной системы спутниковой мобильной связи с космическим аппаратом (КА) на геостационарной орбите (ГСО).

Актуальность создания системы определяется:

- необходимостью создания ресурса персональной спутниковой связи на всей территории стран-участниц ШОС;

© Кузовников А. В., Иванова М. П., Есипенко А. А., 2015

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, уникальный идентификатор – RFMEFI58514X0003.

- отсутствием универсальной и высокопроизводительной системы мобильной связи, обеспечивающей предоставление сервисов связи на всей территории стран-участниц ШОС в интересах различных групп потребителей;
- необходимостью обеспечения информационной независимости ШОС в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Создание системы персональной подвижной спутниковой связи в интересах ШОС позволит решить ряд важнейших государственных социально-экономических и научно-технических проблем: обеспечение связью регионов с неразвитой инфраструктурой связи, продвижение российской высокотехнологичной продукции на мировой рынок, развитие международного сотрудничества, развитие научно-технической базы систем спутниковой связи, развитие отечественной инженерной школы.

Потребности в персональной подвижной спутниковой связи определяются потребностями государственных структур в зоне обслуживания системы, включающей в себя территорию государств-членов ШОС.

Совокупная потребность госструктур в услугах персональной подвижной спутнико-

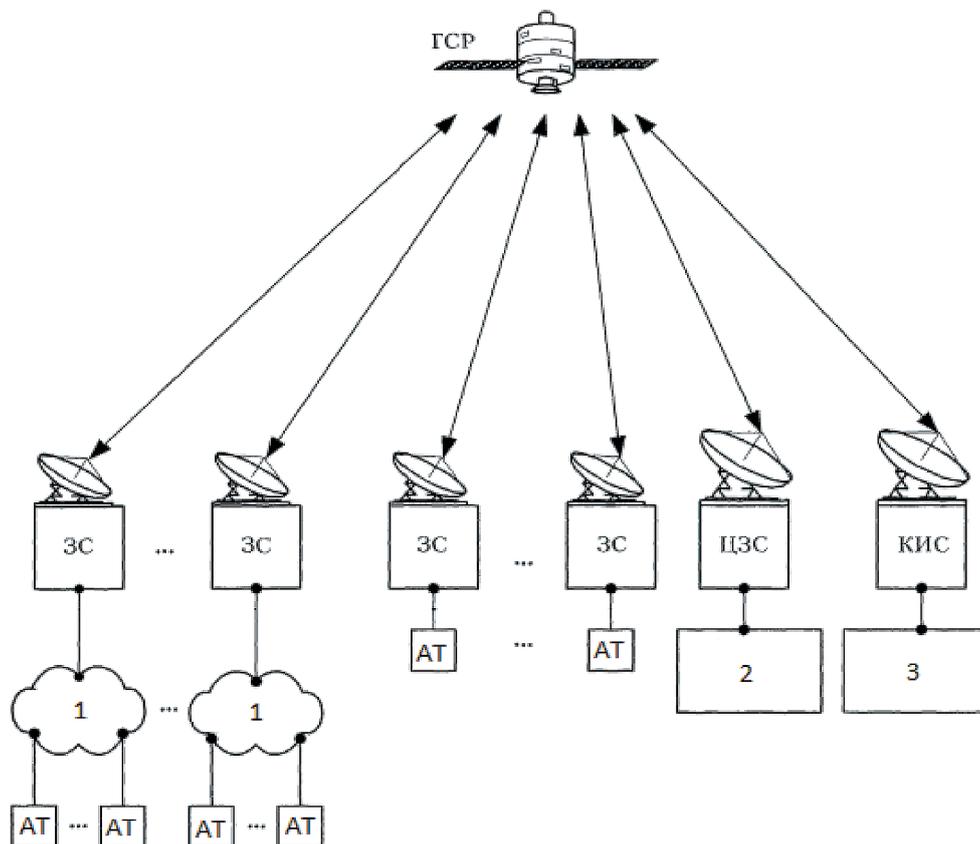
вой связи оценивается в 1,5 млн потенциальных абонентов [1].

Однако, учитывая ресурсы космического аппарата, значительный срок активного существования КА и тенденцию к увеличению числа потенциальных абонентов персональной подвижной спутниковой связи, предлагается разработку системы проводить исходя из абонентской емкости 3 млн потребителей.

### Состав и назначение многофункциональной системы мобильной спутниковой связи на базе КА на ГСО

Система персональной подвижной спутниковой связи на базе КА на ГСО состоит из:

- подсистемы персональной спутниковой связи (ПСС) на базе КА на ГСО;
- наземного комплекса управления для КА на ГСО;
- комплекса орбитальных испытаний и контроля частотно-орбитального ресурса;
- наземного комплекса связи, включающего центральную станцию спутниковой связи и эксплуатации системы, земные станции и абонентские терминалы [2].



## Основные характеристики и принципы построения подсистемы персональной подвижной спутниковой связи

Построение подсистемы персональной спутниковой связи (ПСС) возможно на использовании стандарта персональной спутниковой связи GMR-1 3G. Реализация данного стандарта позволит обеспечить наиболее востребованные сервисы мобильной спутниковой связи:

- голосовую связь со скоростью передачи информации 9,6 кбит/с;
- передачу данных с градацией скоростей передачи информации от 9,6 до 256 кбит/с (с поддержкой IP-соединений);
- прием мультимедийной информации на абонентские терминалы со скоростью до 444 кбит/с (с поддержкой услуг IMS).

Разработка системы может быть выполнена с учетом действующих стандартов, технических отчетов и рекомендаций, относящихся к построению систем спутниковой связи с персональными, переносимыми и перевозимыми терминалами, а именно:

- стандарта ETSI GMR-1 (TS 101.376, Releases 1,2,3);
- стандарта ETSI S-UMTS (TS 101.851);
- технических отчетов ETSI TC-SES (TR 101.864; TR 101.865; TR 102.443);
- рекомендации МСЭР-Р (М.1457-5).

Приведем обобщенную структурную схему системы ПСС. Здесь ГСР – геостационарный спутник-ретранслятор; ЗС – земная станция; ЦЗС – центральная земная станция; КИС – контрольно-измерительная система; АТ – абонентский терминал; 1 – наземная сеть связи общего пользования; 2 – центр управления сетью; 3 – центр управления полетом.

## Состав и назначение подсистемы персональной подвижной спутниковой связи

В состав системы персональной подвижной спутниковой связи (СППСС) входят:

- наземный комплекс СППСС:
  - земные станции;
  - абонентские терминалы;
- космический комплекс СППСС:
  - космический аппарат, функционирующий на ГСО;
  - наземный комплекс управления космическим аппаратом.

СППСС создается как система, предназначенная для обеспечения связи и передачи данных в пределах зоны радиовидимости КА государств-членов ШОС в направлениях:

- АТ-КА-ЗС;
- ЗС-КА-АТ;
- АТ-КА-АТ;
- ЗС-КА-ЗС.

## Подсистема персональной подвижной спутниковой связи

На борту КА на ГСО предлагается разместить бортовой ретрансляционный комплекс (БРК) персональной спутниковой связи в S- и C-диапазонах частот.

В состав БРК СППСС предлагается включить:

- антенно-фидерное устройство БРК СППСС, состоящее из:
  - приемопередающей многолучевой гибридной зеркальной антенны абонентского направления S-диапазона с размером апертуры до 12 м;
  - приемопередающей параболической антенны магистрального направления C-диапазона;
- ретранслятор со стволами:
  - S/C- и C/S-диапазонов для обеспечения двухсторонней связи между АТ и ЗС;
  - S/S-диапазона для обеспечения двухсторонней связи между АТ;
  - C/C-диапазона для обеспечения двухсторонней связи между ЗС.

БРК СППСС должен обеспечивать характеристики, приведенные в табл. 1.

В качестве базового стандарта для организации сетей предлагается использовать распространенный открытый стандарт DVB-RCS [3].

Основные энергетические параметры переносимых и перевозимых АТ взяты из Стандарта ETSI GMR-1 TS 101.376-5-5 V3.2.1 (2011-02) [4] и представлены в табл. 2.

Из расчетов энергетики радиолиний были получены электрические параметры ЗС, представленные в табл. 3.

Рассмотренная в статье система персональной подвижной спутниковой связи является ответом на множество вызовов, стоящих перед технологическим и инфраструктурным развитием рассмотренных стран. Создание подобной системы создаст условия для организации предоставления услуг подвижной связи в районах обслуживаемых государств-членов

Таблица 1

Характеристики БРК СПСС

Ствол	Частоты приема, МГц	G/T, дБ/К	Частоты передачи, МГц	ЭИИМ, дБВт
S/C	2170,0–2186,5	не менее 11	3900,0–4230,0	не менее 44,6
C/S	5900,0–6220,0	не менее минус 5,7	1980,0–1996,5	не менее 44
S/S	2170,0–2186,5	не менее 11	1980,0–1996,5	не менее 44
C/C	5900,0–6220,0	не менее минус 5,7	3900,0–4230,0	не менее 44,6

Таблица 2

Основные параметры АТ ПРС

Тип АТ ПРС	НТ	ПТ
Коэффициент усиления приемопередающей антенны, не менее, дБ	2	2
ЭИИМ в режиме насыщения, не менее, дБВт	минус 1	5
Диапазон регулировки ЭИИМ, дБВт	минус 3,0–0,8	3,0–6,8
Приведенная добротность приема, не менее, дБ/К	минус 27	минус 27
Поляризация принимающей антенны	круговая	круговая
Поляризация передающей антенны	левая круговая	левая круговая
Количество несущих частот на прием и передачу	528	528
Скорость передачи голосовой информации, кбит/с	9,6	9,6
Скорость передачи информации, кбит/с	9,6–256	9,6–256
Скорость приема информации, кбит/с	до 444	до 444

Таблица 3

Электрические параметры ЗС

Диапазон рабочих частот	С
Коэффициент усиления G, дБ	47
Добротность G/T, дБ/К	21
Ширина диаграммы направленности	0,014
Шумовая температура системы, приведенная к фланцам поляризатора, К (при чистом небе и температуре окружающей среды 14 °С, угол места 100)	400
КСВН	< 1,5
Кроссполяризационная развязка для круговой поляризации, дБ	25

ШОС с неразвитой наземной инфраструктурой связи. Главной особенностью описанной системы является использование КА на ГСО. Данное построение позволяет обеспечить обслуживание всей территории Казахстана, Киргизии, КНР, России, Таджикистана и Узбекистана, сохранив гибкость системы с точки зрения абонентов.

**Библиографические ссылки**

1. Выгонский Ю. Г., Кузовников А. В., Головков В. В. Анализ возможности создания системы спутниковой связи для обслуживания Арктического региона // Спутниковые технологии и бизнес. Специальное приложение журнала «Connect. Мир информационных технологий». 2014. № 5. С. 24–30.

2. Сивирин П. Я., Кузовников А. В., Головков В. В. Повышение эффективности систем персональной спутниковой связи // Радиотехника. 2013. № 6. С. 108–113.

3. Камнев В. Е., Черкасов В. В., Чечин Г. В. Спутниковые сети связи : учеб. пособие. М. : Альпина Паблишер, 2004. 536 с.

4. Стандарт ETSI GMR-1 TS 101.376-5-5 V3.2.1 (2011-02) / GEO-Mobile Radio Interface Specifications (Release 3); Third Generation Satellite Packet Radio Service; Part 5: Radio interface physical layer specifications; Sub-part 5: Radio Transmission and Reception; GMR-1 3G 45.005. 2011. 41 с.

Статья поступила в редакцию  
01.07.2015 г.