

Децентрализованный алгоритм расширяющегося поиска абонентов многоспутниковой системы связи

Акмолов А.Ф.

кандидат технических наук

Ефимов С.Н.

кандидат технических наук доцент

Викторов Е.А.

кандидат технических наук

Веремчук А.С.

Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, г. Санкт-Петербург

Аннотация

Рассматриваются вопросы организации децентрализованного алгоритма расширяющегося поиска мобильных абонентов разнорысотной многоспутниковой системы связи, обеспечивающей глобальное и непрерывное покрытие земной поверхности. Представлены три возможных варианта передачи пакетов запроса поиска абонента в зонах покрытия кластеров космических аппаратов первого и второго уровней.

Ключевые слова: децентрализованный алгоритм; кластер космических аппаратов; зона покрытия; организация связи; ретранслятор.

Введение

Одним из перспективных направлений построения орбитальной группировки (ОГ) многоспутниковых систем связи с мобильными абонентами является использование разнорысотных спутников-ретрансляторов (СР). Специфика таких разнорысотных многоспутниковых систем связи (РМСС) объясняется наличием большого количества космических аппаратов (КА), требующих управления, а также малой продолжительностью сеанса связи через один КА, что влечет за собой неоднократный переход наземных абонентов с одного КА на другой следующий за ним. При этом основным предназначением РМСС является обеспечение непрерывного и глобального обмена всеми видами информации между мобильными абонентами РМСС – как между собой, так и с абонентами других существующих сетей: стационарных и мобильных сетей связи, использующих различные телекоммуникационные технологии.

Создание РМСС с комбинированной структурой построения ОГ КА связи позволяет сочетать преимущества различных типовых вариантов построения ССС и за счёт этого компенсировать их отдельные слабые стороны [1]. При этом одними из основных базовых принципов построения РМСС, схема организации связи в которой представлена на рис. 1, являются:

- баллистическое построение на основе разнорысотных спутниковых кластеров первого и второго уровня (в состав космического сегмента РМСС входят 24 КА на низких и восемь КА на средних околополярных круговых орбитах, причем в зоне покрытия КА второго уровня (КА-2) постоянно находятся три КА первого уровня (КА-1);
- использование широкоэмиттерного режима передачи пакетов в канале управления зоны покрытия каждого СР РМСС, который может быть реализован на основе алгоритма поиска мобильного абонента.

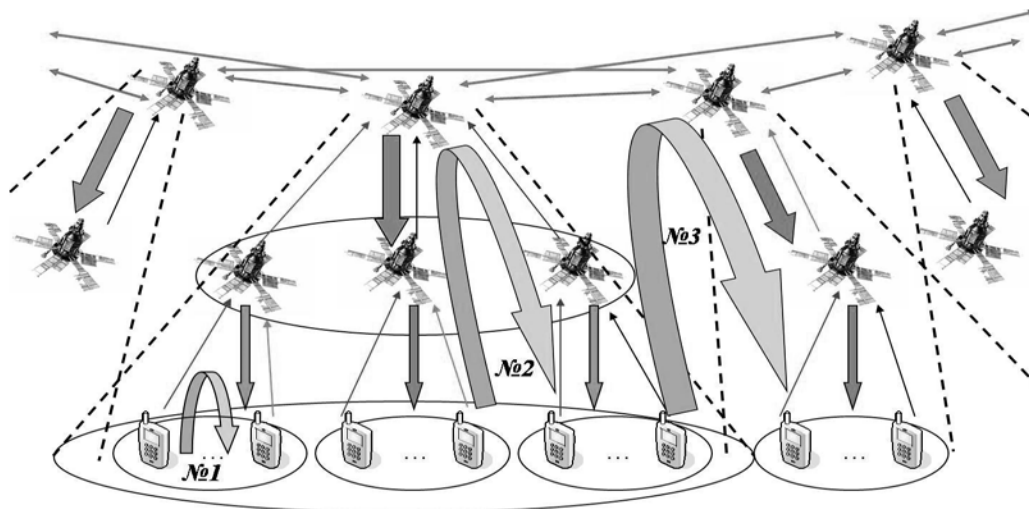


Рис. 1. Схема организации связи в PMCC

Предлагаемый алгоритм использует широкоэмитательные возможности кластеров КА-1 и КА-2 в пределах своих зон покрытия и учитывает наличие межспутниковых радиолиний между КА-2, обеспечивающих возможность трансляции пакетов запроса в остальных кластерах PMCC.

Реализация алгоритма поиска абонента в PMCC в глобальном пространстве осуществляется с использованием канала управления, организуемого на выделенных частотах для передачи пакетов запроса поиска абонента в зонах покрытия кластеров КА-1 и КА-2. Данный канал может быть организован на основе протокола случайного множественного доступа типа P-ALOHA применительно к случаю коммутируемого спутникового моноканала [2], который в отличие от традиционной однолучевой схемы обеспечивает такую же степень использования пропускной способности каналов связи, что и протокол S-ALOHA, но в отличие от последней не требует синхронизации при передаче пакетов во временных окнах.

Последовательность поиска вызываемого абонента в PMCC предполагает реализацию следующего алгоритма:

1. Передача пакета запроса в канале управления на организацию сеанса обмена в пределах зоны покрытия кластера КА-1 с получением автоматической квитанции по обратному каналу связи в пределах пятна покрытия. В случае неудачной попытки, обусловленной искажением пакета, конфликтом пакетов или блокировкой пакета в коммутируемом моноканале кластера КА-1, данный пакет через случайный временной интервал передается повторно. Эта процедура осуществляется до успешной передачи пакета запроса в пятне покрытия кластера КА-1.

2. Если вызываемый абонент находится в зоне покрытия кластера КА-1, то его терминал, осуществляет прием пакета запроса с использованием процедуры селекции по своему адресу. При этом осуществляется автоматическая передача пакета ответа. Передача пакета ответа осуществляется аналогичным образом в канале управления кластера КА-1 в соответствии с протоколом P-ALOHA.

3. При приеме пакета ответа до истечения времени таймера ожидания вызывающий терминал определяет наличие требуемого абонента в зоне кластера КА-1 и формирует запрос на установление сеанса связи требуемого вида (рисунок 1, вариант № 1). Соответствующий вариант связи представлен на рис. 2.

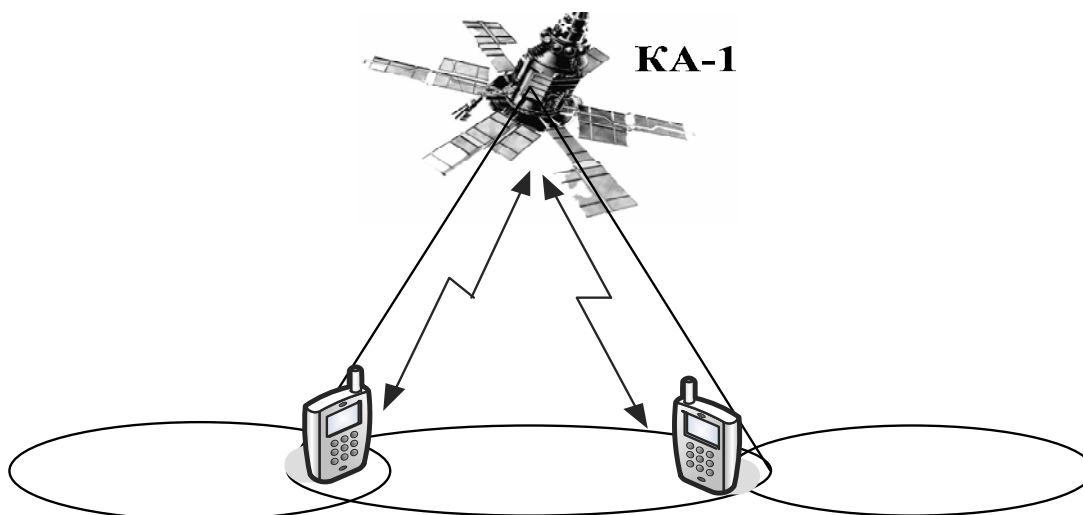


Рис. 2. Вариант связи в режиме прямой ретрансляции сигналов в кластере КА-1 РМСС

4. При отсутствии вызываемого абонента в зоне кластера КА-1 таймер ожидания терминала вызывающего абонента превысит установленный порог. При этом будет сформирован пакет запроса с признаком поиска абонента в кластере КА-2. Данный пакет демодулируется на борту КА-1, фиксируется в списке и поступает в очередь для передачи в канале управления кластера КА-2. Далее реализуется описанный выше алгоритм передачи пакета запроса КА-1 в кластере КА-2.

5. Пакет запроса ретранслируется КА-2 в зоне покрытия. Этот пакет принимают соответствующие КА-1 и ретранслируют его каждый в своей зоне покрытия. При наличии вызываемого абонента в зоне одного из кластеров КА-1 его терминал селектирует пакет запроса по адресу вызываемого абонента и автоматически формирует ответный пакет, который передается в канале управления кластером КА-1. Данный пакет ответа ретранслируется в канале управления кластером КА-2, который фиксирует факт наличия вызываемого абонента в своей зоне обслуживания (рис. 1, вариант № 2). Вариант связи в пределах одного кластера КА-2 представлен на рис. 3.

6. При отсутствии вызываемого абонента в зоне кластера КА-2 его таймер ожидания ответа превысит установленный порог. КА-2, используя межспутниковые радиолнии, транслирует пакет по кольцу из кластеров КА-2 с использованием сети коммутации пакетов управления связью.

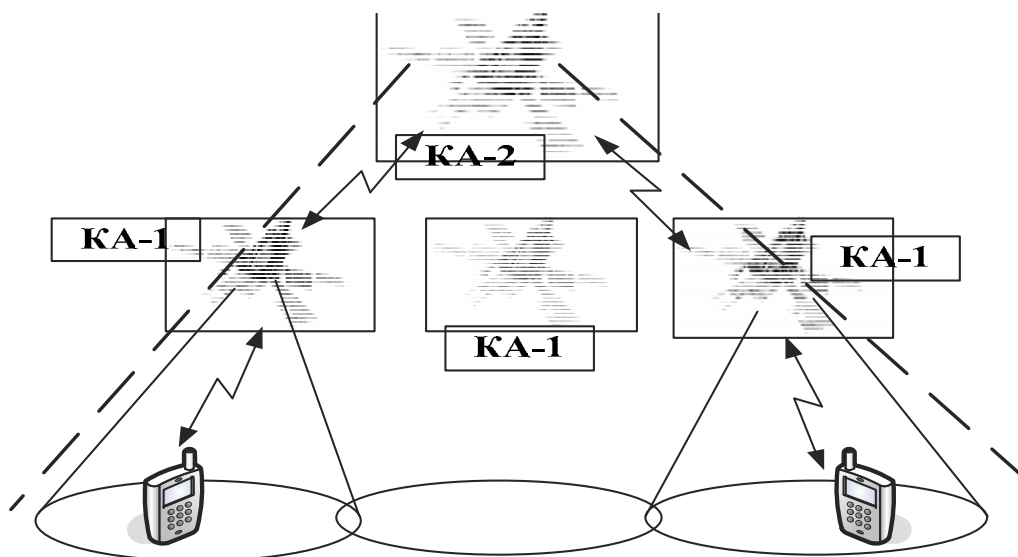


Рис. 3. Вариант связи в пределах одного кластера КА-2 РМСС

7. Пакет запроса ретранслируется в каждом кластере КА-2 в зоне покрытия. Механизм передачи пакета запроса в пределах каждого кластера, реализуется аналогичным образом, как описано выше в пунктах 5 и 6.

С учетом суммарной глобальной зоны покрытия поверхности земли всеми кластерами КА-2 вызываемый абонент будет найден самой сетью в одном из этих кластеров в зоне покрытия кластера КА-1 (рис. 1, вариант № 3).

Вариант связи для удаленных абонентов, находящихся в зонах покрытия разных кластеров КА-2, представлен на рис. 4.

Общая реализация децентрализованного алгоритма расширяющегося поиска абонентов РМСС показана на рис. 5, где представлены все три варианта передачи пакетов запроса поиска абонента в зонах покрытия кластеров КА-1 и КА-2.

Достоинством предлагаемого подхода является его децентрализованность, что с учетом возможного применения РМСС как системы двойного назначения является важным фактором, обеспечивающим успешное функционирование системы связи в особые периоды военно-политической обстановки.

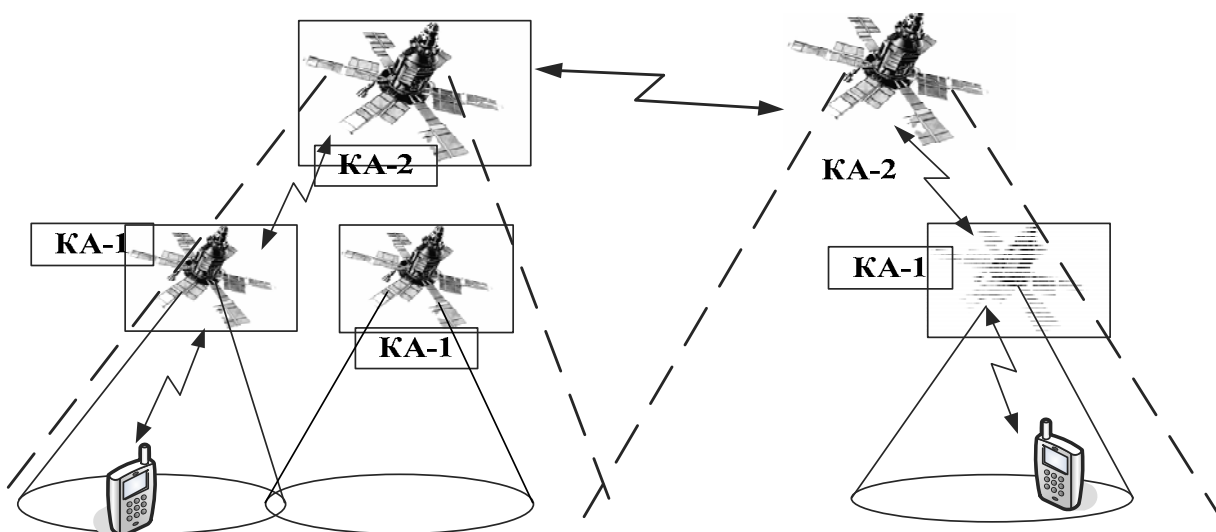


Рис. 4. Вариант связи в пределах разных кластеров КА-2 РМСС

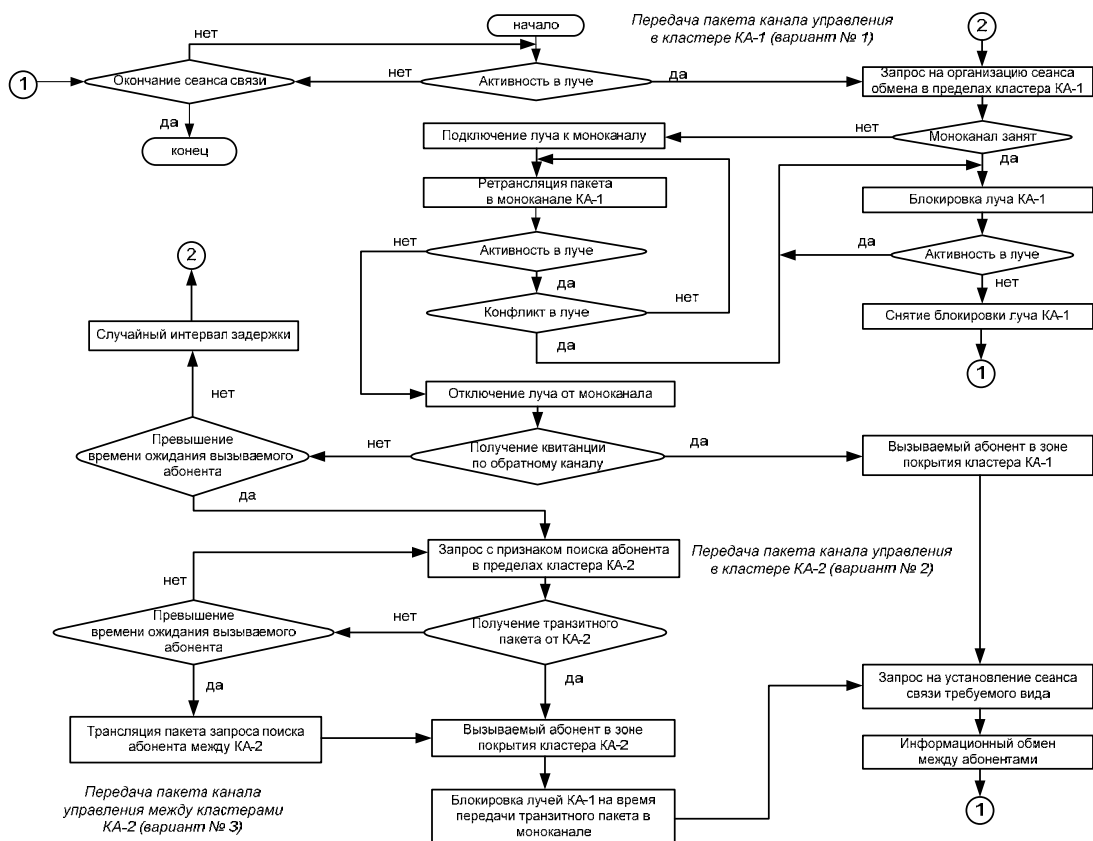


Рис. 5. Алгоритм расширяющегося поиска абонентов

Литература

1. Мальцев Г.Н., Цветков К.Ю., Родионов А.В., Акмоллов А.Ф., Ефимов С.Н., Косаревич Д.В., Викторов Е.А. Концепция построения разновысотной многоспутниковой системы связи с мобильными абонентами. // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Выпуск № 630. / под ред. М.М. Пенькова. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского. 2011. С. 5–10.

2. Цветков К.Ю., Акмоллов А.Ф., Викторов Е.А. Модель канала управления передачей смешанного трафика речи и данных в разновысотной системе спутниковой связи. // Информационно-управляющие системы. 2012. №3. С. 63–70.

Для цитирования:

Акмоллов А.Ф., Ефимов С.Н., Викторов Е.А., Веремчук А.С. Децентрализованный алгоритм расширяющегося поиска абонентов многоспутниковой системы связи // i-methods. 2015. Т. 7. № 4. С. 21–26.

A decentralized algorithm for expanding the search subscribers multi-satellite communications system

Akmalov A.F.

candidate of technical Sciences

Efimov S.N.

candidate of technical Sciences associate Professor

Viktorov E.A.

candidate of technical Sciences

Veremchuk S.A.

Military space Academy named after A. F. Mozhaisky, Saint-Petersburg

Abstract

As seen the arrangement of the decentralized searches algorithm expanding mobile subscribers of different multi-satellite communications systems providing global and continuous coverage of the earth's surface. Presents three possible options of the transfer request packets of the subscriber search in areas covered by the cluster spacecraft of the first and second levels.

Keywords: decentralized algorithm; cluster of spacecrafts; coverage; organization of communication; repeater.

References

1. Maltsev G. N., Tsvetkov, K. Y., Rodionov A. V., Asmolov A. F., Efimov S. N., Kozarevic D. V., Viktorov, E. A. the Concept of building different satellites communication systems with mobile subscribers. // Proceedings of the Military space Academy named after A. F. Mozhaisky. Issue No. 630. ed. by M. M. Penkova. SPb.: VKA. A. F. Mozhaisky. 2011. S. 5–10.
2. Tsvetkov, K. Y., Asmolov A. F., Viktorov, E. A. The channel model transmission control mixed traffic voice and data from multiple-elevation system of satellite communications. // Information and control systems. 2012. No. 3. S. 63–70.

For citation:

Akmalov A.F. Efimov S.N. Viktorov E.A. Veremchuk S.A. A decentralized algorithm for expanding the search subscribers multi-satellite communications system // i-methods. 2015. T. 7. № 4. Pp. 21–26.