

Рис. 9. Семейство ЛЧХ линейризованной системы для различных рабочих режимов без дополнительной коррекции: *a* – семейство ЛАЧХ; *б* – семейство ЛФЧХ

S. V. Sukovatenko, N. N. Goryashin, V. D. Laptenok

MATHEMATICAL MODELING OF HIGH-VOLTAGE ACCELERATING POWER SUPPLY FOR ELECTRON-BEAM WELDING BASED ON PARALLEL RESONANT CONVERTER WITH ZERO VOLTAGE SWITCHING

This article proposes mathematical model of high-voltage accelerating power supply for electron-beam welding based on parallel resonant converter with zero voltage switching which allows to carry out dynamic analysis of such systems under considerable excitations.

Keywords: parallel resonant converter, electron-beam welding.

© Суковатенко С. В., Горяшин Н. Н., Лаптенко В. Д., 2010

УДК 621.391

С. Н. Назаров, А. А. Шагарова

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА РАЗНЕСЕННОГО ПРИЕМА В ГИБРИДНОЙ СЕТИ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Рассматриваются возможности реализации алгоритмов разнесенного приема в гибридных сетях беспроводной передачи информации. В основе алгоритмов разнесенного приема лежит тот факт, что при решении задач оптимальной обработки полей их корреляционные характеристики являются определяющими для описания как гауссовских, так и стохастических полей произвольного вида.

Ключевые слова: гибридная сеть беспроводной передачи информации, алгоритм разнесенного приема, коэффициент корреляции, оптимальный прием.

Дальнейшее развитие беспроводных сетей передачи информации заключается в обеспечении охвата абонентов различными телекоммуникационными услугами по принципу «где угодно, что угодно, когда угодно». Решать задачу построения такого вида сетей возможно на основе принципа конвергенции стандартов, обеспечивая совместимость по целям управления. Для обеспечения эффективной работы беспроводных сетей разработаны международные стандарты, протоколы и рекомендации, которые специфицируют физический уровень и уровень

управления доступом (MAC): IEEE 802.15, 11, 16, 20, 21 сотовой и декаметрового радиосвязи. Применение совокупности данных стандартов позволяет строить гибридные сети беспроводной передачи информации (ГСБПИ), для этого необходимо решать множество задач, одной из которых является применение в ГСБПИ разнесенного приема.

Анализ способов разнесенного приема сигналов. Применение разнесенного приема сигналов в радиоканале является эффективным средством повышения достовер-

ности и надежности связи в условиях замирания сигнала и наличия аддитивных помех. Наибольший интерес вызывает пространственное разнесение приема сигнала, который заключается в приеме сигнала на разные антенны [1–8]. Для ГСБПИ можно рассмотреть следующие способы пространственного разнесения: прием на разные антенны одной базовой станцией в соте; прием на антенны разных базовых станций зоны обслуживания оператора сотовой связи; прием на антенны взаимосвязанных радиоцентров-ретрансляторов сети радиосвязи декаметрового (ДКМ) диапазона (рис. 1) [9–14].

Реализация алгоритмов разнесенного приема требует разработки мультидиапазонного коммуникатора, который в зависимости от запросов пользователей на качество обслуживания передаваемой в сети информации будет осуществлять подключение абонента к соответствующим сетям. Сложность решения этой задачи заключается в оборудовании для мобильного абонента. Поэтому идеальная область реализаций основных положений ГСБПИ – беспроводная авиационная электросвязь (БАЭС). Основной задачей, решаемой БАЭС, является обеспечение обмена информацией между диспетчерским пунктом (ДП) и находящимся в его зоне ответственности воздушным судном (ВС). Решения данной задачи в БАЭС реализуются сетями ДКМ-, УКВ-радиосвязи и сетью спутниковой связи. Для организации данных сетей ДП и ВС оснащаются соответствующими средствами радиосвязи. Авиационная воздушная связь (АВС) для управления воздушным движением (УВД) в районе аэродрома регламентирована и организуется в соответствии с принятой для данного аэродрома схемой управления воздушным движением. В районе аэродрома создаются радиосети диспетчерских пунктов: подхода (по количеству секторов); круга; взлета и системы посадки; стартового диспетчерского пункта; командно-диспетчерского пункта; руления; аварийно-спасательного пункта – общего для всех пунктов УВД. Анализ эффективности функционирования существующей сети УКВ-радиосвязи БАЭС осуществлялся на основе методики расчета ожидаемой вероятности радиосвязи, изложенной в [15].

Имитационная модель функционирования сети УКВ-радиосвязи разработана с использованием программной среды Any Logic версии 6.04. Значение уровня сигнала

на приеме снижается с удалением ВС от диспетчерского пункта, однако на заданном расстоянии существующими средствами УКВ-радиосвязи обеспечивается требуемое значение сигнала (рис. 2). Таким образом, существующие сети УКВ АВС позволяют осуществить передачу информации, необходимую для управления воздушным судном. Однако в настоящее время система воздушного транспорта представляет собой множество авиакомпаний, которые конкурируют на рынке перевозок авиапассажиров. Одним из таких слагаемых успешной работы авиакомпании является предоставление авиапассажирам современных инфокоммуникационных услуг в реальном режиме времени. Такие возможности могут быть реализованы посредством внедрения элементов разнесенного приема сетей мобильной связи, широкополосного доступа на основе стандартов семейства IEEE 802.11, 802.16 в авиационную электросвязь (рис. 3).

АВС на воздушных трассах и местных воздушных линиях (МВЛ) организуется в соответствии с используемой схемой УВД для каждой воздушной трассы и МВЛ. Основными средствами обеспечения УВД на воздушных трассах и МВЛ являются средства радиосвязи того диапазона, который обеспечивает управление на всю глубину полета ВС в данных конкретных условиях. Для этого организуются следующие радиосети: для управления в зоне РЦ (по числу секторов) и вспомогательных центров – в диапазоне ОВЧ; воздушная связь в зоне РЦ в диапазоне ВЧ; дальняя связь в диапазоне ВЧ; аварийно-спасательная связь в диапазоне ОВЧ; радиосеть производственно-диспетчерской службы авиапредприятия в диапазоне ОВЧ. Радиосети дальней связи диапазона ВЧ организуются для связи с экипажами ВС, выполняющими дальние и международные полеты.

Анализ эффективности функционирования сети декаметровой радиосвязи был проведен согласно методике, рассмотренной в [15], на основе модели, разработанной в программной среде имитационного моделирования Any Logic версии 6.04. При повышении требований к достоверности передачи информации резко снижается вероятность осуществления радиосвязи в данном диапазоне (рис. 4). Для повышения эффективности СРС ДКМ Д в БАЭС предлагается использовать сеть взаимосвязанных радиоцентров-ретрансляторов, вынесенных за зону связи на

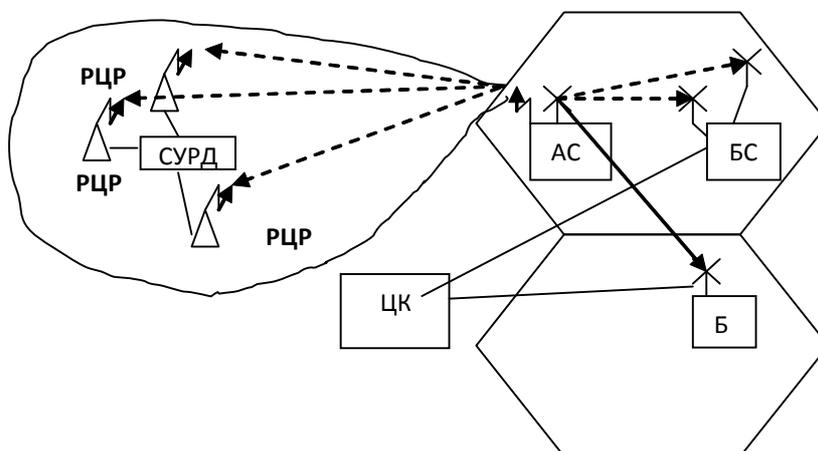


Рис. 1. Способы пространственного разнесения приема сигнала в гибридных сетях беспроводной передачи информации

расстояние более 2000 км и разнесенных в пространстве на расстояние не менее 250 км друг от друга, что обеспечивает низкий уровень пространственной корреляции значений отношения «сигнал–помеха» между ретранслято-

рами (рис. 5). Применение вынесенных взаимосвязанных пространственно независимых точек приема позволяет повысить значения вероятностей радиосвязи по сравнению с использованием прямых каналов (рис. 6).

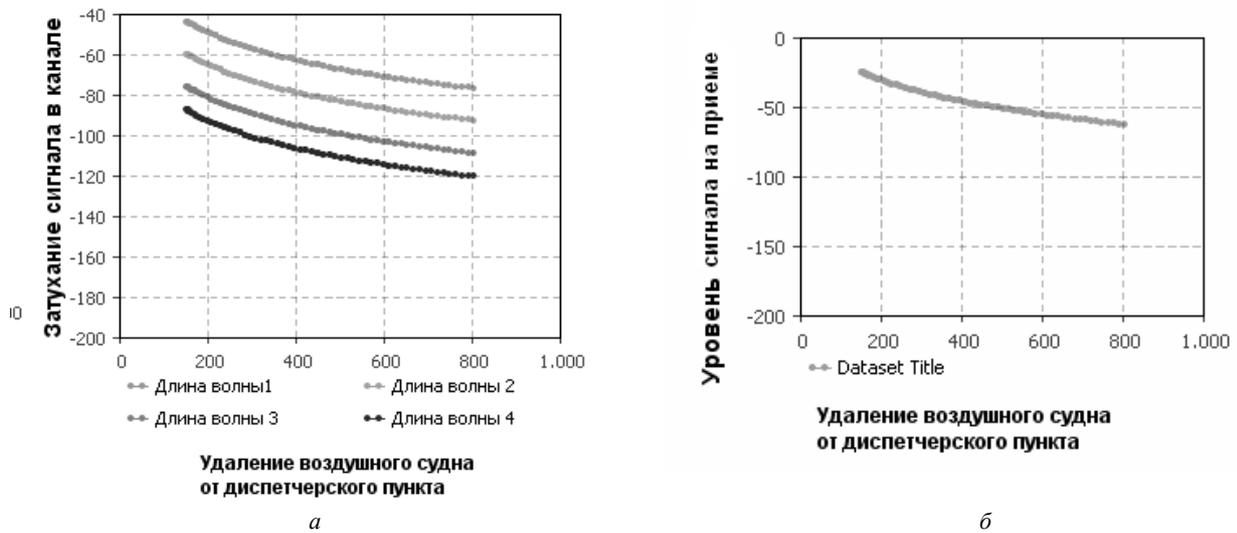


Рис. 2. Графики значений затухания сигнала в канале (а); уровня сигнала на входе приемника (б)

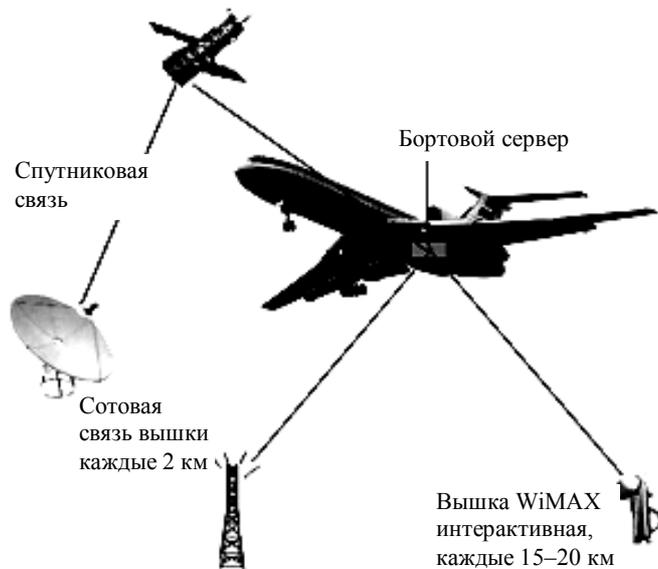


Рис. 3. Применение элементов сети широкополосного доступа в авиационной электросвязи

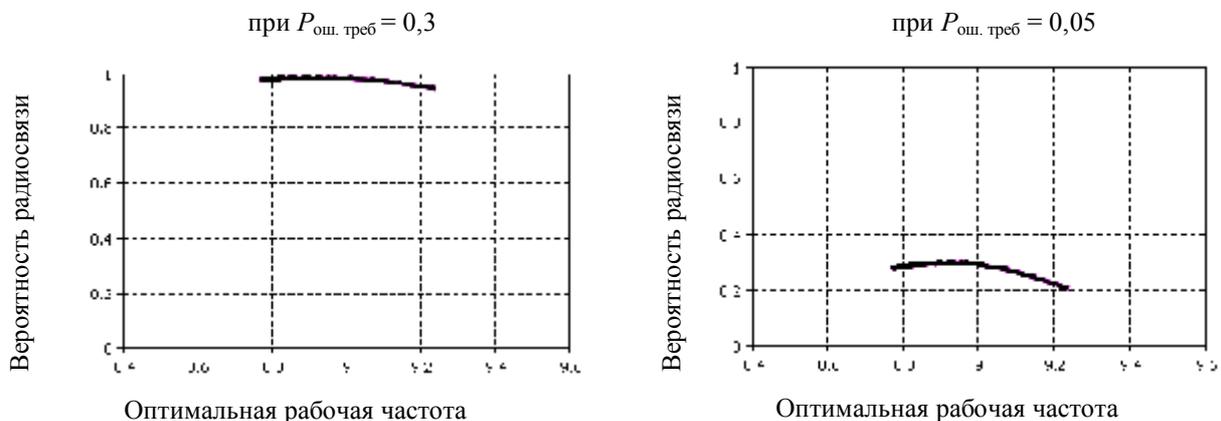


Рис. 4. Графики зависимостей значений вероятности радиосвязи от значений требуемой достоверности и оптимальной рабочей частоты в существующей сети ДКМ беспроводной авиационной электросвязи

Проведенный анализ эффективности функционирования современных сетей беспроводной связи и стандартов их построения показывает, что дальнейшим направлением развития беспроводной связи является создание ГСБПИ. На данном уровне развития электронной техники наибольшее применение ГСБПИ находит в БАЭС. Имитационное моделирование БАЭС показало, что внедрение ГСБПИ будет осуществляться на основе использования сети вынесенных радиочастот-ретрансляторов, элементов широкополосного доступа, сети спутниковой связи.

Для снижения затрат на инфокоммуникационные услуги компаниям местных авиационных линий предлагается осуществлять построение беспроводной связи со-

гласно структурной схеме (рис. 7). Борт воздушного судна рассматривается как единая локальная сеть, в которой функционируют места авиапассажиров и рабочие места пилотов. Из локальной сети воздушного судна пользователь может осуществлять доступ к ресурсам глобальных и корпоративных сетей в реальном режиме времени. Согласно запросу пользователя на вид услуги требуемого качества коммутатор подключает его к соответствующей телекоммуникационной сети.

Библиографические ссылки

1. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM. М.: Эко-Трендз, 2005.

Зона ответственности диспетчерского пункта

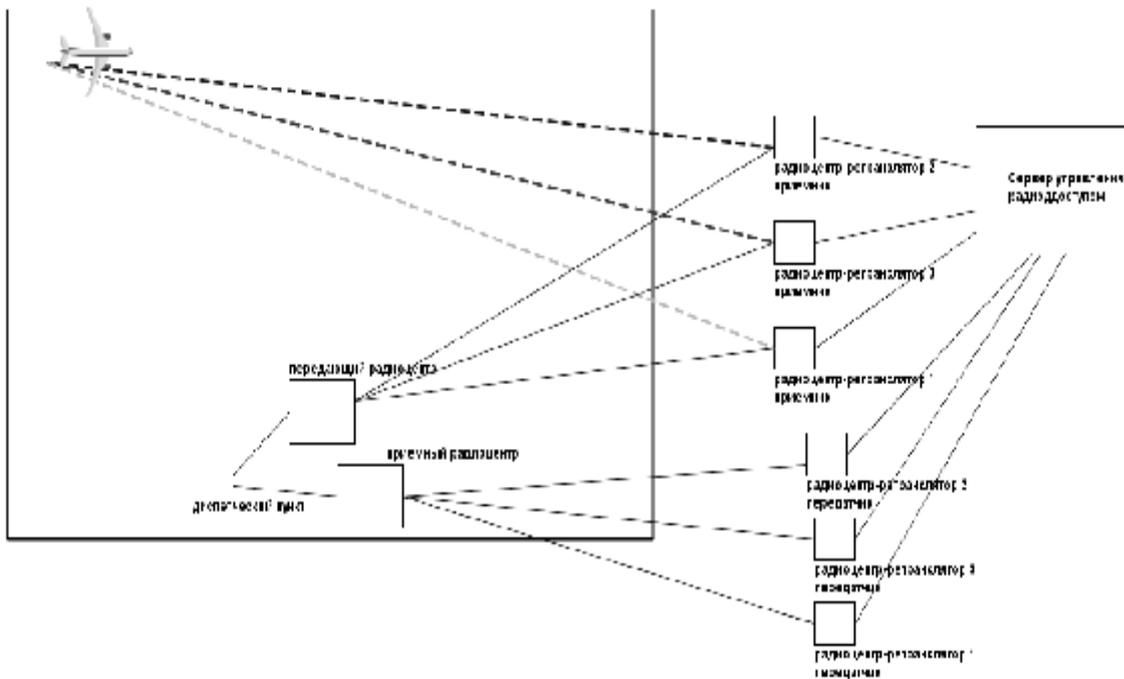


Рис. 5. Применение вынесенных взаимосвязанных радиочастот-ретрансляторов в гибридной сети беспроводной передачи информации авиационной электросвязи

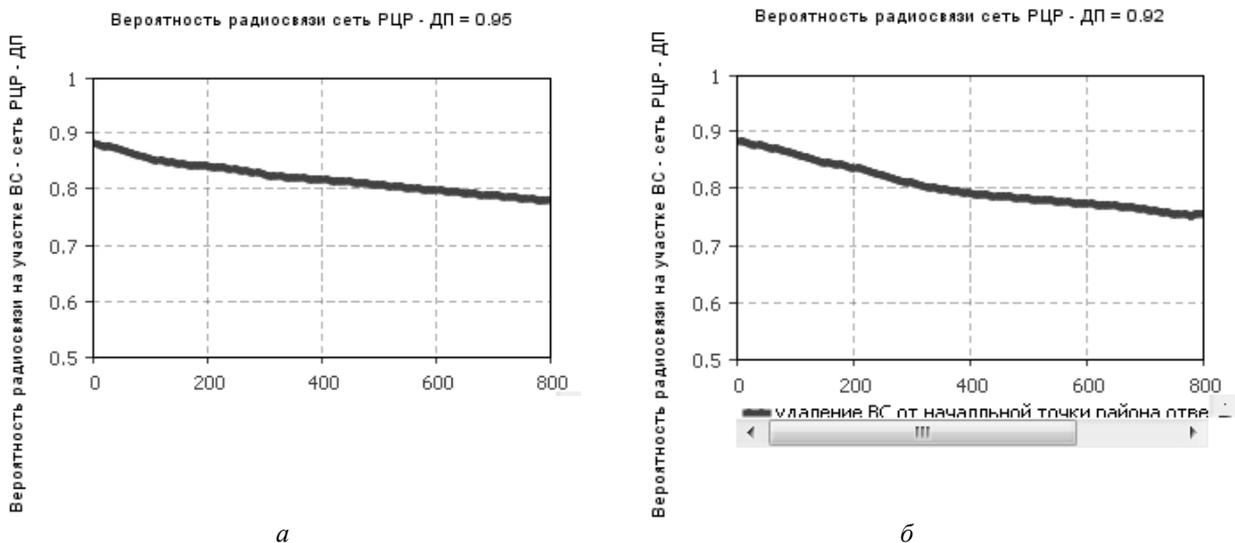


Рис. 6. Графики значений вероятностей радиосвязи воздушного судна с диспетчерским пунктом при требуемой вероятности ошибки 0,01 (а); радиосвязи воздушного судна с диспетчерским пунктом при требуемой вероятности ошибки 0,03 (б)

2. Системы мобильной связи / Ипатов В. П. [и др.] ; под ред. В. П. Ипатова. М. : Горячая линия-Телеком, 2003.
3. Комашинский В. И., Максимов А. В. Системы подвижной связи с пакетной передачей информации. Основы моделирования. М. : Горячая линия-Телеком, 2007.
4. Ратынский М. В. Основы сотовой связи / под ред. Д. Б. Зимина. М. : Радио и связь, 1998.
5. Шахнович И. В. Современные технологии беспроводной связи. М. Техносфера, 2006.
6. Назаров С. Н. Применение динамического программирования при распределении пространственного ресурса радиосвязи декаметрового диапазона // ИКТ. 2007. Т. 5. № 2. С. 70–74.
7. Головин О. В., Простов С. П. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи / под ред. О. В. Головина. М. : Горячая линия-Телеком, 2006.
8. Назаров С. Н. Общий подход к построению современных гибридных сетей беспроводной связи // Тр. Рос. науч.-техн. о-ва радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова. Сер. «Научная сессия, посвящ. Дню радио». Вып. LXIV. 2009. С. 22–24.
9. Назаров С. Н. Использование стохастических моделей для оценки характеристик современной беспровод-

- ной сети передачи информации // Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем : тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. (22–23 сент. 2009, г. Ульяновск) ; УлГТУ. Ульяновск, 2009. С. 170–174.
10. Назаров С. Н., Назаров А. С. Анализ методов моделирования беспроводной сети передачи информации // Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем : тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. (22–23 сент. 2009, г. Ульяновск) ; УлГТУ. Ульяновск, 2009. С. 174–177.
11. Назаров С. Н. Применение элементов декаметрового радиосвязи в современных беспроводных сетях // Тр. Рос. науч.-техн. о-ва радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова. Сер. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». Вып. XI–1, 2009. С. 228–230.
12. Назаров С. Н., Назаров А. С. Обобщенная модель беспроводной сети передачи информации авиационного предприятия // Современные научно-технические проблемы транспорта : сб. науч. тр. V Междунар. науч.-техн. конф. (15–16 октября 2009, г. Ульяновск) ; УлГТУ. Ульяновск, 2009. С. 108–111.
13. Назаров С. Н. Применение гибридной беспроводной сети передачи информации в автоматизированной

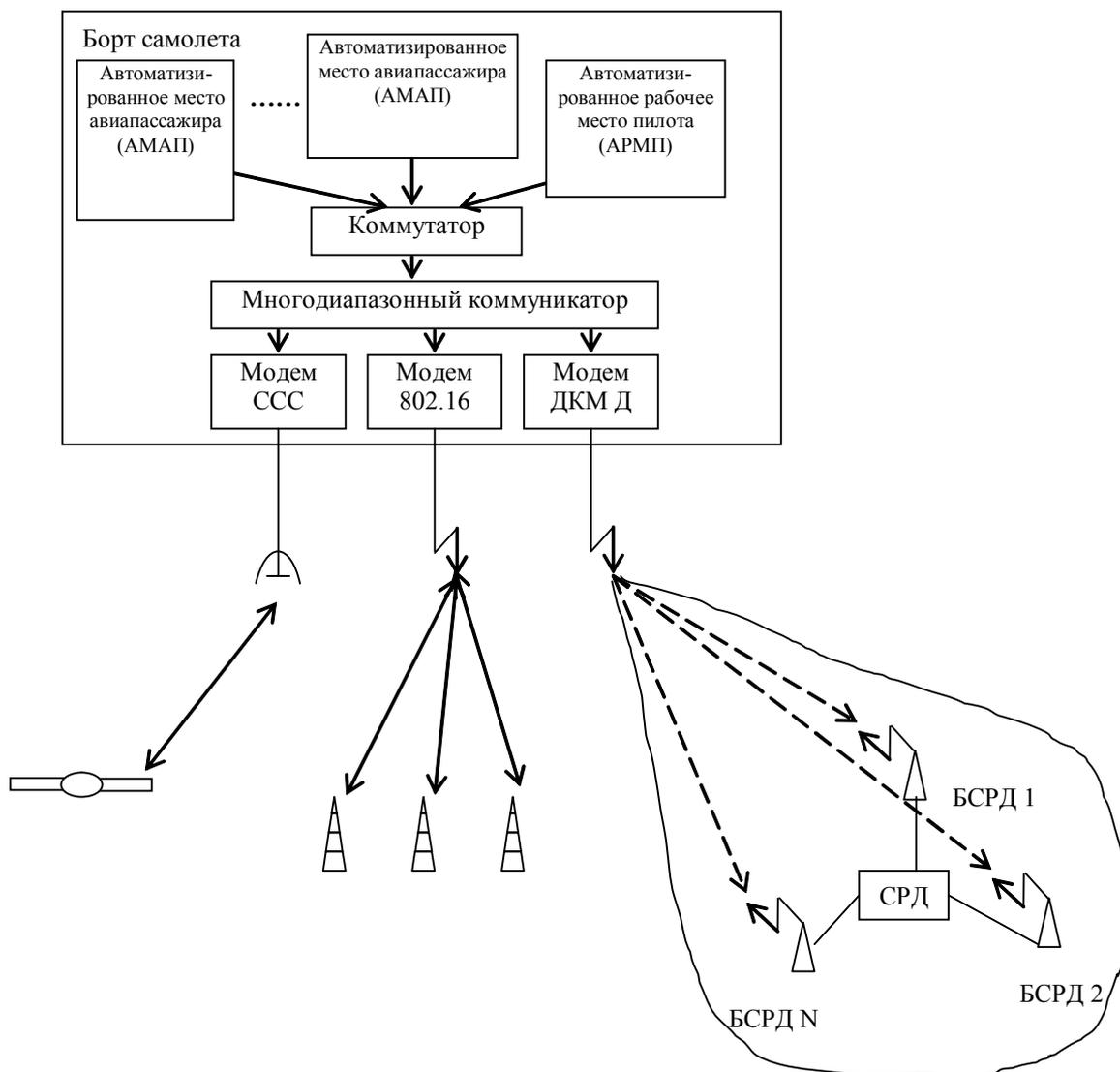


Рис. 7. Предлагаемая структура ГСБПИ авиационной электросвязи

системе управления воздушным движением // Современные научно-технические проблемы транспорта : сб. науч. тр. V Междунар. науч.-техн. конф. (15–16 окт. 2009. г. Ульяновск); УлГТУ. Ульяновск, 2009. С. 112–116.

14. Назаров С. Н. Основные положения методики определения места расположения сети удаленных взаимо-

связанных радиочастот-ретрансляторов // ИКТ. 2009. Т. 7. № 2. С. 79–82.

15. Прохоров В. К., Шаров А. Н. Методы расчета показателей эффективности радиосвязи. Л. : ВАС, 1990.

S. N. Nazarov, A. A. Shagarova

REALIZATION OF MECHANISM OF DIVERSITY RECEPTION IN HYBRID NETWORK OF WIRELESS INFORMATION TRANSMISSION

The article considers possibilities of realization of diversity reception algorithms in hybrid network of wireless information transmission. The basis of the diversity reception algorithms is that at the decision of problems of optimum processing of the fields, their correlation curves are determining for the description of Gaussian, as well as stochastic fields of a free-hand type.

Keywords: hybrid network of a wireless information transmission, algorithm of a diversity reception, correlation factor, optimum reception.

© Назаров С. Н., Шагарова А. А., 2010

УДК 538.945

В. В. Храпунова, Ю. С. Гохфельд, М. И. Петров

УВЕЛИЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПИННИНГА В СВЕРХПРОВОДНИКАХ $Y_{1-x}RE_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ¹

Исследовалось влияние допирования малыми концентрациями редкоземельных элементов La, Ce, Pr в сверхпроводнике $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ на внутригранульный пиннинг. Магнитные и транспортные измерения показали, что максимальный пиннинг наблюдается при концентрации редкоземельных элементов, соответствующей среднему расстоянию между примесями, равному диаметру абрикосовских вихрей в YBCO.

Ключевые слова: высокотемпературные сверхпроводники, потенциал пиннинга, транспортные свойства, магнитные свойства.

Для широкого практического применения высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) крайне желательно повысить потенциал пиннинга абрикосовских вихрей, пожалуй единственный параметр по которому ВТСП уступают низкотемпературным сверхпроводникам. Увеличение потенциала пиннинга в ВТСП открывает дорогу к созданию эффективных экранов от магнитных и электромагнитных полей в устройствах, где это связано с надежностью оборудования и жизнеобеспечением персонала, например в космических пилотируемых аппаратах.

Увеличение потенциала пиннинга и критического тока в высокотемпературных сверхпроводниках структуры 1–2–3 достигается созданием в материале дополнительных дефектов, действующих как центры пиннинга. Основными способами создания дефектов являются облучение высокоэнергетическими частицами, введение наноразмерных примесей и химическое допирование [1–5]. В

последнем случае предпочтительным является частичное замещение иттрия на редкоземельные элементы (RE) [3; 6–8], что приводит к некоторым искажениям кристаллической структуры и электронной плотности. Как правило, при исследовании редкоземельного замещения в $Y_{1-x}RE_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ использовались образцы с содержанием примесей x , кратным десяткам процентов. Было установлено, что наиболее заметное увеличение пиннинга наблюдается при малых ($x < 0,1$) концентрациях примесей [8].

Авторы статьи считают, что целесообразно выбирать концентрацию примесных атомов так, чтобы она была связана с параметрами кристаллической структуры. Концентрация RE может быть связана со средним расстоянием между примесными атомами D . Атомы иттрия в YBCO образуют плоскую решетку, для которой связь между x и D дается выражением $x = a^2/D^2$, где a – постоянная решетки в плоскости редкоземельных атомов. Удобно

¹ Настоящие исследования ведутся при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (НИР НК-209П).