

ПИЩИН О. Н., ШАВАНДАШТ А. Д., НИКУЛИН В.В.

ЧАСТОТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ПЕРЕДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Аннотация. В статье проанализированы особенности применения мобильных радиоэлектронных средств для экстренного снятия высокой абонентской нагрузки. Предложены варианты локального частотного планирования стационарной сети сотовой связи при введении в нее мобильной базовой станции.

Ключевые слова: мобильные радиоэлектронные средства, передвижная базовая станция, частотное планирование, система сотовой связи, снятие абонентской нагрузки, резервирование систем связи.

PISHCHIN O. N., SHAVANDASHT A. D., NIKULIN V.V.

FREQUENCY SUPPLY OF RELOCATABLE OBJECTS

OF MOBILE COMMUNICATION

Abstract. The article analyzes the need and features of the use of mobile radio electronic means for the emergency removal of a high subscriber load. Variants of local frequency planning of a fixed cellular network with the introduction of a mobile base station are proposed.

Keywords: mobile radio-electronic equipment, mobile base station, frequency planning, cellular communication system, subscriber load removal, redundancy of communication systems.

Необходимость в мобильных радиоэлектронных средствах (РЭС) с каждым годом не теряет своей актуальности как средство обеспечения доступа к услугам сотовой связи широкому кругу лиц в местах плановых или внеплановых массовых мероприятий, местах отсутствия инфокоммуникационных услуг (рисунок 1) при проведении временных массовых мероприятий (форумы, фестивали). Мобильные средства РЭС являются средством восстановления временно нарушенных по техническим причинам или разрушенных ввиду стихийных бедствий сетей телекоммуникации стационарной сотовой и телефонной сети общего пользования [1].

Для увеличения мобильности сотовой связи, повсеместного предоставления полного пакета услуг с требуемым качеством, экстренного снятия высокой абонентской нагрузки нужен эффективный способ управления частотным ресурсом (ЧР), с помощью которого было бы можно своевременно обеспечить подвижный объект РЭС необходимым количеством частотных каналов.

В основу способа управления ЧР стационарной топологии системы сотовой связи (ССС) при введении в её структуру подвижных объектов РЭС (рисунок 2) [2] положена

возможность безболезненного для ССС заимствования радиочастот с соседних стационарных объектов РЭС.



Рис. 1. Организация мобильной связи в местах отсутствия телекоммуникационных услуг



Рис. 2. Мобильная станция как средство замены временно вышедших из строя базовых станций

Такое заимствование возможно без дополнительного согласования с Главным радиочастотным центром для станций стандарта DCS в радиусе частотно согласованной зоны (ЧСЗ) размером до 500 м, а для станций стандарта GSM в радиусе ЧСЗ до 2 000 м [3]. Так как назначение рабочих частот происходит заимствованием с соседних базовых станций, расположенных в ЧСЗ, то их перемещение не вызывает нарушения ЭМС. Переключение частот происходит с наименее нагруженных секторов соседних базовых станций с тем, чтобы не допустить дефицита ЧР на других участках ССС. Районом работы может быть, как территория суши, так и территория водного пространства. В качестве примера оператором сотовой связи организована действующая базовая станция на привязных платформах севера Каспийского моря для обеспечения мобильной связью служб в необходимой акватории (рисунок 3).

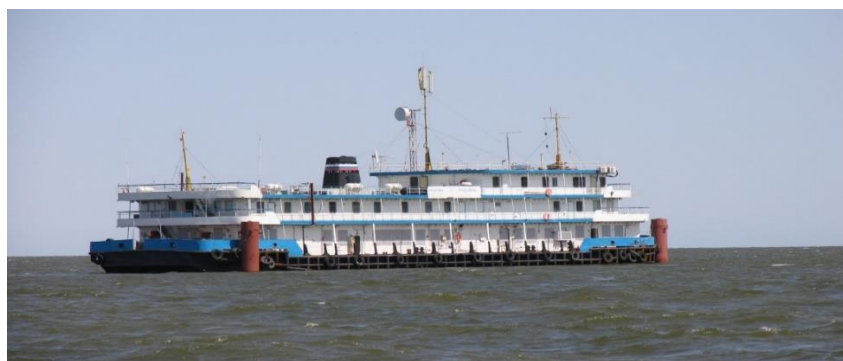


Рис. 3. Установка объектов мобильной связи на привязной платформе в Каспийском море

Предварительный частотный план при этом для подвижной базовой станции оператором сотовой связи с Главным радиочастотным центром не согласуется, так как мобильная станция не использует собственных частотных номиналов, а использует частоты, разрешённые для того участка сети, в который она выдвигается. Частотные назначения при этом заимствуются. На рисунке 4 изображена сеть сотовой связи при равномерном распределении нагрузки, зона «X» – является зоной ожидаемой высокой нагрузки. В повседневной ситуации эта зона обслуживается, например, 4-мя базовыми станциями: А, В, С и D. И, соответственно, частотными каналами: $f_1, f_2, f_7, f_8, f_{13}, f_{14}, f_{23}, f_{24}$.

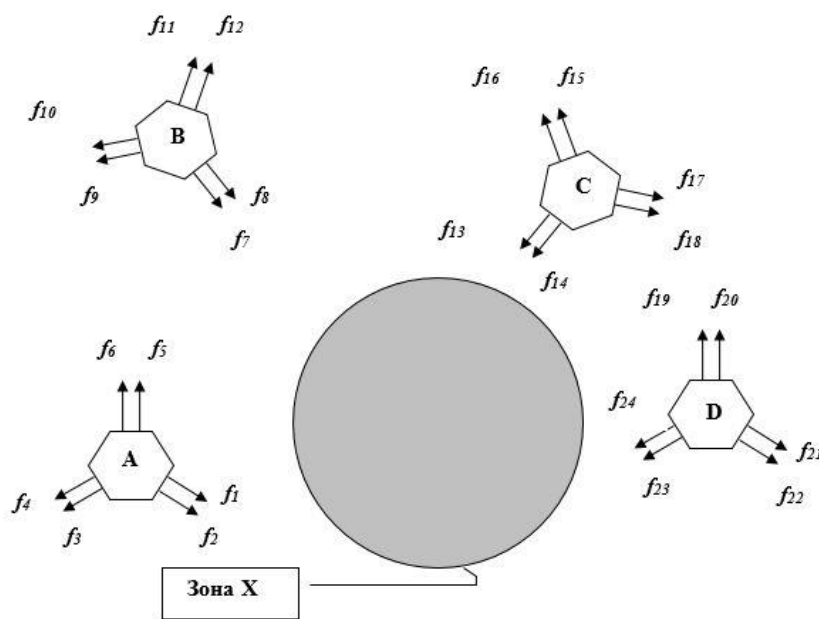


Рис.4. ЧП участка стационарной ССС при равномерном распределении абонентской нагрузки

Однако, периодически, например, один раз в квартал, год, или не периодически (планово или внепланово) в зоне «X» происходит массовое скопление людей, для количества которых канальной ёмкости существующей сети недостаточно. Нарращивание стационарной не всегда целесообразно для снятия временной нагрузки, а наличие подвижной БС может временно восполнить недостатки канальной ёмкости сети.

Оценка электромагнитной совместимости (ЭМС) РЭС в ГРЧЦ производится из расчёта возможности перемещения источника радиоизлучения в радиусе, например, до 500 м для DCS1800 или до 2 000 м для GSM 900 без дополнительного согласования [3].

Исходя из этого, возможно перемещение стационарных РЭС на указанные расстояния для соответствующих стандартов, а так как стационарный объект переместить невозможно, мы будем как бы «перемещать» отдельные приёмопередатчики с закреплёнными на них

частотными каналами посредством мобильного объекта РЭС. При этом со стационарных объектов: А, В, С и D, для мобильной базовой станции временно заимствованы частотные назначения. Приёмопередатчики (ППД), работавшие ранее на этих частотных назначениях на время действия мобильной станции, отключаются (рисунок 5). При активации мобильной станции «Е» в стационарной сети на станции «А» отключаются ППД, работающие, например, на частотах: f_4 , f_6 . На станции «В» отключаются ППД, работающие на частотах: f_9 , f_{12} .

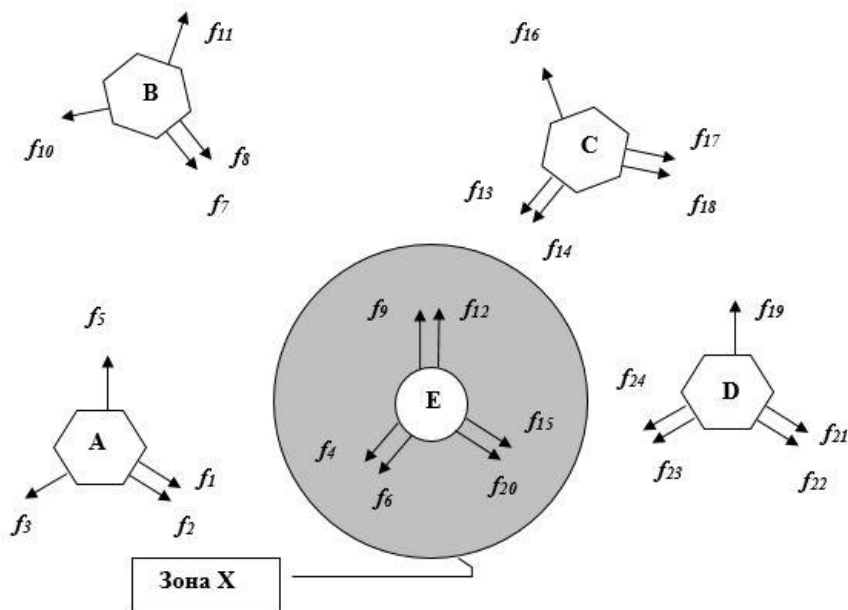


Рис. 5. Частотный план участка стационарной сети сотовой связи при введении в зону «X» с резко возросшей абонентской нагрузкой мобильной станции

На станции «С» отключается ППД, работающий на частоте: f_{15} , а на станции «D» отключается ППД, работающий на частоте: f_{20} . Частоты f_4 ; f_6 ; f_9 ; f_{12} , f_{15} , f_{20} с момента введения подвижного объекта РЭС в стационарную сеть работают на объекте «Е» в зоне «X», одновременно, стационарные объекты: А, В, С и D на вышеуказанных частотах излучение прекращают (рисунок 5, 6).

В случае возникновения аварии в сети сотовой связи, устранение которой в кратчайшие сроки невозможно, при которой прекращают работать одно или несколько стационарных объектов РЭС (объекты А и В), мобильная станция «Е» перемещается в район аварии и начинает излучение на частотах, вышедших из строя стационарных РЭС (рисунок 6). РЭС с частотными назначениями: f_1 – f_{12} , прекратившие излучение с объектов «А» и «В», в случае установки многоканальной станции в полном объёме возобновляют работу со станции «Е».

Если восстановление всех каналов невозможно и в наличии имеется только станция в стандартной конфигурации используются только часть частот (например, f_1-f_6) вышедших из строя станций с включением режима полускоростного кодирования речи, позволяющего увеличить количество трафиковых каналов вдвое.

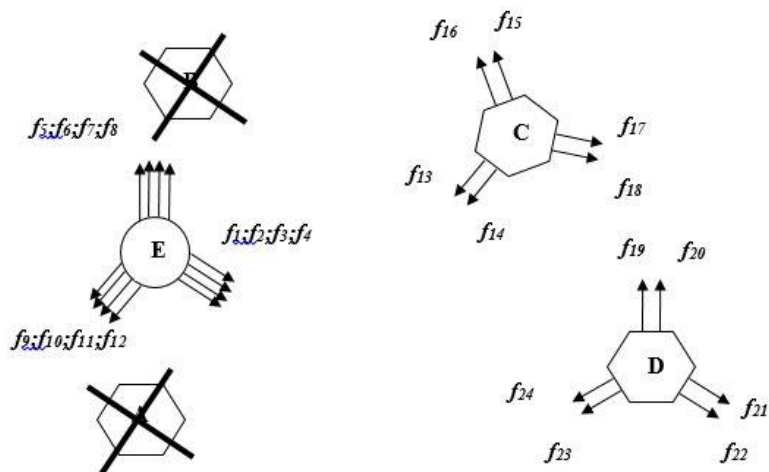


Рис. 6. ЧП участка стационарной ССС при введении мобильной станции большой канальной ёмкости взамен вышедших из строя стационарных объектов

Система поддержки принятия решений, целью которой является помощь руководящему персоналу, принимающему решение в сложных для полного и объективного анализа областях деятельности, помогает определить оптимальное решение по совершенствованию функционирования системы и удержания её в состоянии равновесия при воздействии аварийных ситуаций или форс-мажорных обстоятельств.

Алгоритм ввода подвижной базовой станции в стационарную топологию ССС предоставляет руководящему персоналу заблаговременную последовательность действий, направленных на получение определённого результата по удержанию ССС в состоянии равновесия за конечное число шагов в целях предотвращения сбоев в сети в связи с авариями или возможными форс-мажорными обстоятельствами. Задача минимизации простоя сети может быть решена за счёт ввода подвижной базовой станции в стационарную топологию ССС.

Способ управления радиочастотным ресурсом стационарной ССС при введении в её топологию подвижной базовой станции позволяет без запроса дополнительного радиочастотного ресурса обеспечить подвижный объект РЭС необходимым временным ресурсом частотных назначений. Для РЭС, планируемых для единовременного использования сроком до 45 календарных дней в период организации (подготовки) и

проведения выставок, ярмарок, спортивных соревнований, иных культурно-массовых, общественных государственных мероприятий, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, ФГУП «ГРЧЦ», Минобороны России и ФСО России и/или ФСБ России осуществляют оперативное согласование радиочастот и/или мест размещения РЭС в рабочем порядке посредством телефонной и факсимильной связи, а также информационно-телекоммуникационных сетей с последующим документальным подтверждением такого согласования в течение 10 рабочих дней со дня регистрации материалов радиочастотной заявки и/или сведений о планируемых присвоениях заявленных РЭС гражданского назначения.

Осуществление согласования также возможно посредством согласования плана использования радиочастот на территории проведения указанных мероприятий. План мероприятий на период их организации и проведения должен учитывать обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств организаторов или участников мероприятий с действующими в период организации и проведения мероприятий РЭС военного и специального назначения, а также потребности организаторов или участников мероприятий в радиочастотном спектре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В. Н., Пищин О. Н., Сорокин А. А. Принципы организации частотного планирования в сетях мобильной связи на основе подвижных базовых станций // Вестник Астраханского государственного технического университета. Астрахань. – 2007. – № 4. – С. 207–211.
2. Дмитриев В. Н., Пищин О. Н., Сорокин А. А. Способы организации высокоскоростных динамических сетей передачи информации с ограниченным временем задержки // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2007. – №4-1(52). – С. 131-135.
3. Комарова К. В., Никулин В. В. Анализ способов тестирования оборудования базовых станций // Материалы XXI науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва: в 3 ч. / сост. А. В. Столяров; отв. за вып. П. В. Сенин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. Часть 3. – С. 415–420.