

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 654.1

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИГНАЛОВ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ ПО КАНАЛАМ СПЕЦИАЛЬНОЙ СВЯЗИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ

© 2020 А. С. Лукьянов, А. Н. Буравцова, А. В. Попов

Воронежский институт МВД России (Воронеж, Россия)

В статье рассматриваются вопросы повышения помехоустойчивости при передаче сообщений по каналам специальной связи подразделений ведомственных структур. Анализируется структура и свойства адаптивных систем радиосвязи, а также способы построения радиолиний с частотной адаптацией. Производится оценка перспектив развития и основных преимуществ частотно-адаптивных радиолиний.

Ключевые слова: помехоустойчивость, сигнал, шум, адаптивная система, канал связи, радиолиния, приемник, передатчик.

Ключевой характеристикой при передаче сообщения является отношение сигнал/шум (ОСШ), характеризующее вероятность возникновения ошибки и сложность восстановления сигнала на приемной стороне. Зависит данная характеристика как от параметров передачи самого сигнала (его мощности, вида модуляции, ширины спектра и т. д.), так и наличия помех в канале связи, которые в свою очередь могут быть естественными, так и искусственными (сгенерированные с помощью специальных устройств). Искусственные помехи (шумы) используются преднамеренно для минимизации отношения сигнал/шум с целью перехвата данных и (или) затруднения приема сигнала.

Подавление помех является приоритетной задачей подразделений связи в ведомственных структурах, реализация которой может осуществляться в различных аспектах. При наличии априорных сведений о характере аддитивной помехи эффективно использовать алгоритмы оптимальной фильтрации. Однако, в большинстве случаев мы не обла-

даем априорной информацией, и уровень сигнала непрерывно меняется, сопровождаясь мощными нестационарными помехами. Поэтому для повышения надежности передачи информации сетях специальной связи требуется использование систем, обладающих адаптивными параметрами [1].

Первые работы по адаптивному подавлению помех были приведены еще в период с 1957 по 1960 г., а в настоящее время адаптивные системы введены в эксплуатацию во многих сферах информационного обеспечения и связи.

Адаптивная радиолиния – автоматизированная радиолиния, приспособляющаяся к условиям ведения связи путем изменения своих параметров и структуры с целью достижения наилучшего или требуемого качества связи [2]. Ее отличительная особенность заключается в том, что в них используется аппаратура автоматического управления линией, а также анализаторы спектра и анализатор резервных частот.

Передатчик осуществляет излучение двух сигналов: узкополосного с перестраиваемой несущей частотой, служащего основным и широкополосного фазоманипулированного, предназначенного для передачи информации о изменяемой несущей частоте информационного сигнала. Изменение несущей происходит через кратковременные промежутки времени по случайному закону. Основная задача этих скачков: достичь максимального отношения сигнал/шум для

Лукьянов Александр Сергеевич – Воронежский институт МВД России, старший преподаватель кафедры инфокоммуникационных систем и технологий, канд. техн. наук, las92@yandex.ru.

Буравцова Анна Николаевна – Воронежский институт МВД России, адъюнкт кафедры инфокоммуникационных систем и технологий, annaburavcova@yandex.ru.

Попов Алексей Вячеславович – Воронежский институт МВД России, курсант 4 курса радиотехнического факультета, Alex_std_ex@mail.ru.

наиболее эффективного детектирования сигнала на приемной стороне.

Уровень помех в канале связи оценивается анализатором спектра, который выбирает участок с минимальной интенсивностью шума и выдает код его частоты на блок управления частотой, с которого эта кодовая последовательность поступает на кодер, формирующий соответствующую кодограмму. Далее происходит передача кодограммы на модулятор с последующей каскадной манипуляцией по фазе, осуществля-

емой фазовым манипулятором и фазовращателями [3].

В соответствии с полученным кодом синтезатор изменяет частоту таким образом, чтобы она удовлетворяла всем требованиям, после чего выходной сигнал поступает на дополнительный модулятор, где модулируется информационным сигналом. После этого осуществляется передача сигнала в канал связи. Рассмотрим основные элементы адаптивной радиолнии, которые представлены на рисунке.

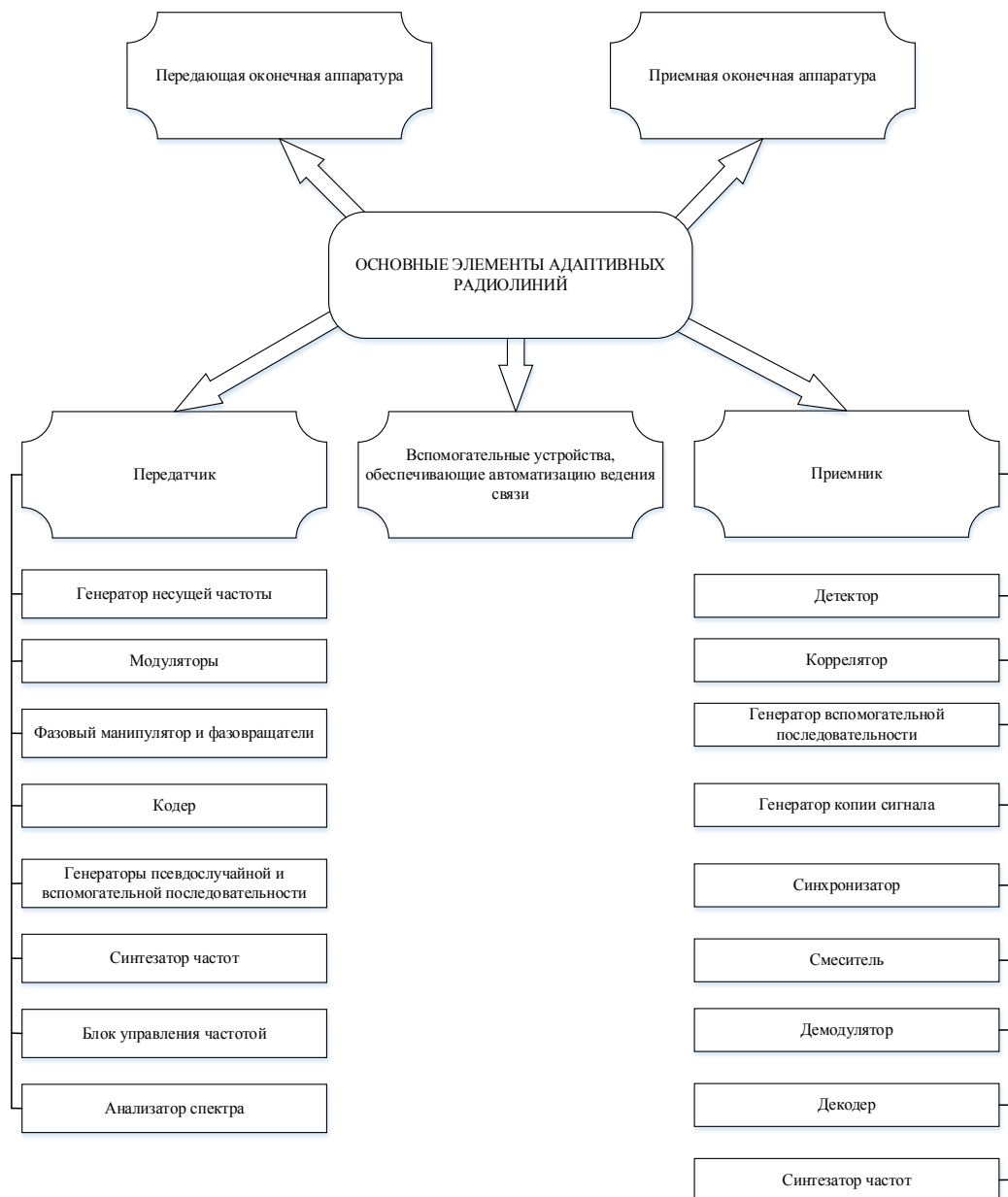


Рисунок. Основные элементы адаптивной радиолнии.

Радиолния, в которой происходит адаптация сигнала посредством скачкообразного изменения несущей частоты носит название частотно-адаптивной радиолнии (ЧАРЛ). Ее построение может быть обеспечено тремя способами:

1. Компактное размещение частот – изменение частот происходит строго в одной полосе пропускания. Достоинством этого способа является быстрота перестройки рабочей частоты и минимизация нелинейных частотных искажений. Недостатки: низ-

кая разведзащищенность и подверженность воздействию преднамеренных помех.

2. Рассредоточенное размещение частот – изменение частот за пределами полосы пропускания, в результате чего достигается повышенная помехоустойчивость и сложность обнаружения сигнала. Недостатки: увеличенное время перестройки частоты, усложняется проблема анализа резервных частот.

3. Комбинированный способ – размещение частот по группам в разных частотных диапазонах. Связь ведется в одном из пакетов частот, если происходит превышение допустимого отклонения, происходит смена пакета.

Сети связи ОВД в большей степени подвержены негативному влиянию со стороны злоумышленников, поскольку предназначены для передачи информации, несанкционированный доступ к которой может нанести ущерб как подразделению, так и целому ведомству. Как правило, если становятся известными параметры сигнала, чтобы заглушить используется аддитивная помеха в виде гауссовского шума, имеющего постоянную плотность мощности и спектр, сконцентрированный в диапазоне спектра сигнала. Функционирование частотно-адаптивной радиопередачи будет основано на анализе спектра аддитивной помехи и перестройке рабочей частоты ближе к границе спектра шума. Изменение вида модуляции способствует расширению спектра сигнала, что позволяет выделить информационные составляющие на фоне помехи. Частными случаями являются цветные шумы, спектральные плотности которых не постоянны. При воздействии помех режекторного типа (серый шум), наоборот, является целесообразным сужение полосы пропускания сигнала и перенос частоты на участок с минимальной интенсивностью шума [4]. Спектр такой помехи анализировать сложнее, поскольку на разных частотах она обладает различной интенсив-

ностью (иногда имеющей случайный характер). В данном случае требуется оценить все частотные диапазоны в полосе пропускания сигнала и выбрать участок с максимальным отношением сигнал/шум.

Широкое применение данной технологии в системах и сетях связи ОВД обеспечит высокоскоростную, помехоустойчивую передачу данных. Адаптивная система изменяет спектр сигнала таким образом, чтобы он занимал всю выделенную полосу частот, в результате чего значительно возрастает скорость передачи информации. Помимо этого, происходит автоматический выбор оптимального метода помехоустойчивого кодирования с минимальной избыточностью в зависимости от выполняемой задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров, В. В. Пути построения адаптивных систем коротковолновой радиосвязи / В. В. Егоров [и др.] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 2831-2835.

2. Служивый, М. Н. Адаптивные системы радиосвязи / М. Н. Служивый [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/adaptivnye-sistemy-radiosvyazi> (дата обращения 05.09.2019).

3. Лукьянов, А. С. Принципы развития адаптивной системы радиосвязи и применение в сетях связи ведомственных структур / А. С. Лукьянов, С. С. Печников, И. В. Гилев // Сборник материалов XV всероссийской научно-практической конференции «Математические методы и информационно-технические средства». – Краснодар: Краснодарский университет МВД России, 2019. – С. 133-137.

4. Лукьянов, А. С. Оптимизация отношения сигнал/шум при цветных шумах / А. С. Лукьянов, С. С. Печников, А. В. Попов // Вестник Воронежского института высоких технологий, 2019. – № 1 (28). – С. 4-7.

INCREASED NOISE IMMUNITY OF SIGNALS TRANSMITTED VIA SPECIAL COMMUNICATION CHANNELS USING ADAPTIVE SYSTEMS

© 2020 A. S. Lukianov, A. N. Buravtsova, A. V. Popov

Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation (Voronezh, Russia)

The article deals with issues of increasing noise immunity when transmitting messages through special communication channels of departments of departmental structures. The structure and properties of adaptive radio communication systems are analyzed, as well as methods of building radio links with frequency adaptation. The development prospects and main advantages of frequency-adaptive radio links are assessed.

Keywords: noise immunity, signal, noise, adaptive system, communication channel, radio link, receiver, transmitter.