

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ПРИЕМА СИГНАЛОВ

© 2022 А. В. Ломаков, А. П. Преображенский, В. С. Лобач, А. О. Смирнов

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье обсуждаются возможности моделирования процессов многопользовательского приема сигналов. Продемонстрирована идея создания новых алгоритмов обработки сигналов для негауссовских каналов. Чтобы проводить борьбу с внутрисистемными помехами, требуется опираться на методологию многопользовательского детектирования. Показаны преимущества полигауссовских моделей.

Ключевые слова: моделирование, прием сигнала, канал связи.

В настоящее время в информационно-телекоммуникационных системах, использующих сигналы со сложной формой, применяется многоканальная прием-передача. На рисунке 1 показана идея создания новых алгоритмов обработки сигналов для негауссовских каналов.

Телекоммуникационный рынок стремительным образом развивается. Происходит его наполнение в различных точках операционных пространств за счет большого числа приемно-передающих средств [1]. Они функционируют для различных диапазонов и при разной мощности.

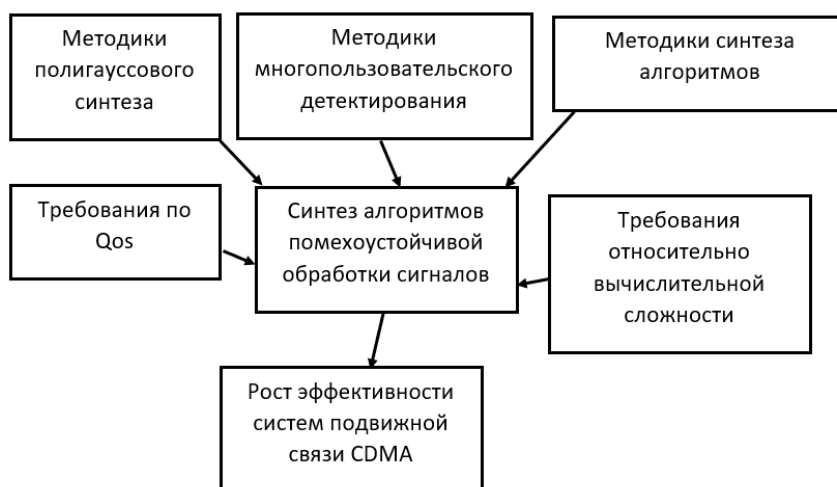


Рисунок 1. Анализ подхода, связанного обработкой сигналов, которые относятся к негауссовским каналам

Методология, которая связана с синтезом алгоритмов по приемным сигналам, основывается на следующих компонентах (рис. 2).

В ходе многопользовательского приема существуют некоторые преимущества, которые характерны для случайных негауссовых процессов (рис. 3).

Ломаков Андрей Владимирович – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: lomak1165@mail.ru.

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, e-mail: app@vivt.ru.

Лобач Владимир Сергеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: lobach1165@mail.ru.

Смирнов Александр Олегович – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: sssmim098alex@mail.ru.

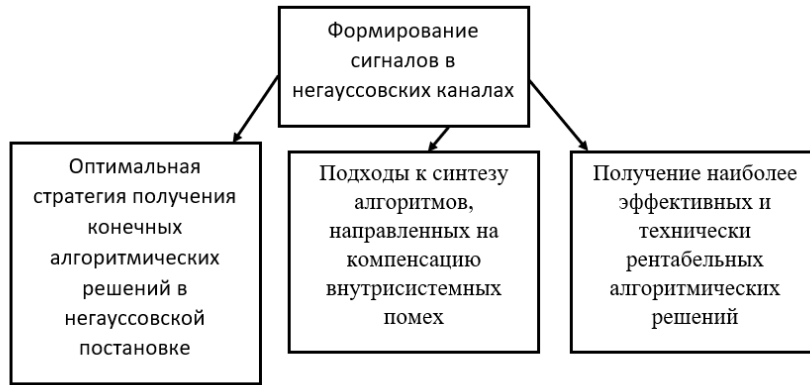


Рисунок 2. Компоненты подхода, направленного на формирование негауссовских каналов

В результате происходит обеспечение потенциально большой помехоустойчивости. Алгоритмы схмотехническим образом более легким способом будут реализовываться [2].

Полигауссов процесс рассматривается, когда в нем плотность вероятности будет представляться в виде смеси гауссовских случайных процессов:

$$w(u(t)) = \sum_n q_n \tilde{A}_n(u(t)), n = \overline{1, N}. \quad (1)$$

В указанном выражении q_n рассматривается в виде априорной вероятности того, что возникнет n -я гауссовская компонента $w(u(t))$, существует условие нормировки $\sum_n q_n = 1$, $\tilde{A}_n(u(t))$ являются гауссовскими плотностями.

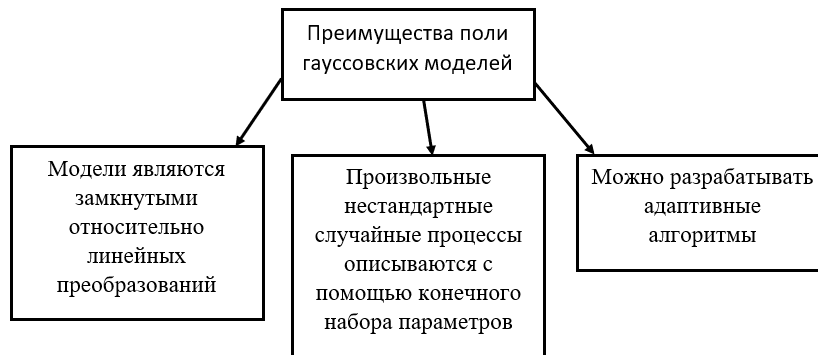


Рисунок 3. Преимущества полигауссовских моделей

Если рассматривать дискретное представление, тогда

$$|w(u) - \sum_n q_n \tilde{A}_n(u, m_n)| < \varepsilon, N < \infty, \quad (2)$$

В указанном выражении ε – значение той погрешности, которая будет задаваться, n – показывает отсчитываемые значения. Если анализируется полигауссова плотность вероятности, то ее представление будет таким

$$w^n(u) = w^n(u_1, \dots, u_k) = \sum_{n=1}^{N_n} q_{n_n} \tilde{A}_{n_n}(u, m_{n_n}, |\sigma_{n_n}|) \quad (3)$$

Расширяющие коды, которые характеризуются большой базой, определяют возможности для того, чтобы обеспечить высокую стойкость в системах, имеющих кодовое разделение каналов. Ограничения помехоустойчивости определяются большей частью помехами многостанционного доступа. Почему они возникают?

Внутри каналов по расширяющим кодовым последовательностям наблюдается нарушение условий взаимной ортогональности. Это особенно заметно для городских территорий.

Чтобы проводить борьбу с внутрисистемными помехами, необходимо опираться на методологию многопользовательского детектирования [3]. При этом необходимо учитывать совокупность тех пользователей, которые будут интерферировать.

В таких случаях совместным образом будут обрабатываться последовательности демодулированных сигналов, чтобы отсеять внутрисистемные помехи. В приемных

устройствах, которые предназначены для систем CDMA (Code Division Multiple Access) можно выделить два вида: имеющие одного пользователя и имеющие многих пользователей.

Во-первых, внутрисистемные помехи связаны с гауссовым шумом неортогональности. Во-вторых, во внутрисистемных помехах учитывается внутренняя структура.

Приемники CDMA связи приведены на рисунке 4. От приемника происходит передача мягких статистик. Они получают как те решения, которые получают в результате очистки от внутрисистемных помех.

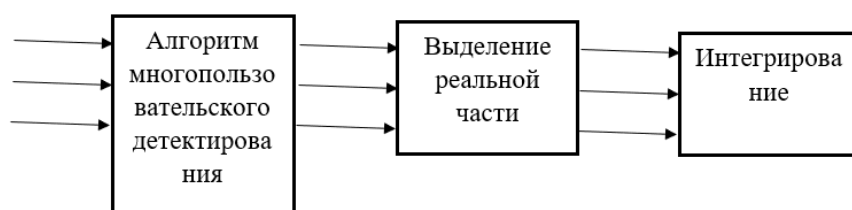


Рисунок 4. Иллюстрация приемников CDMA

Тогда возникают возможности для того, чтобы осуществить увеличение количества абонентов, которые одновременно будут обслуживаться [4]. Также будет происходить повышение помехоустойчивости в традиционном CDMA.

Чтобы обеспечить синтез по алгоритмам, которые связаны с многопользовательским приемом, необходимо опираться на последовательность шагов, которые указаны на рисунке 5.

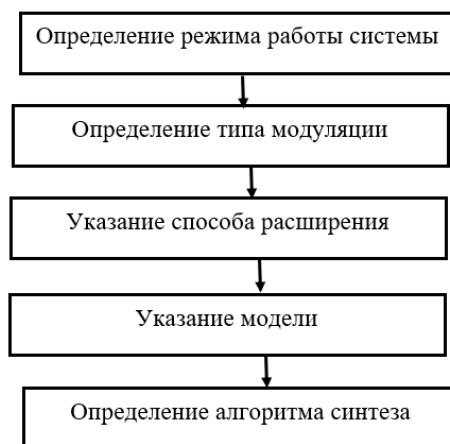


Рисунок 5. Шаги при формировании многопользовательского приема

В средствах подвижной связи в качестве основных показателей эффективности отмечают характеристики качества обслуживания (Qos, Quality of service). Но в нор-

мативных документах большей частью отмечается рекомендательный характер указанных показателей, поскольку точных значений нет.

Для алгоритмов многопользовательского детектирования в качестве важных показателей отмечается компромиссная область мощности.

Таким образом, проведен анализ по результатам исследований, связанных с поличастотными сигналами. Показаны возможности оценки основных системных параметров.

Вывод. Дан анализ ключевых особенностей моделирования процессов при многопользовательском приеме сигналов. Показаны преимущества расширяющих кодов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Щукин А. А. Проведение численных экспериментов для оценки характеристик обнаружения на математической модели радиолокационной станции / А. А. Щукин, А. Е. Павлов // Моделирование, оптимиза-

ция и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1 (36).

2. Мишуков С. В. Особенности имитационного моделирования измерительных схем емкостных датчиков / С. В. Мишуков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1 (36).

3. Львович И. Я. Исследование модели спутникового канала связи / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2018. – № 3 (73). – С. 17-21.

4. Preobrazhenskiy A. P. Radar characteristic prediction for objects having radio-absorbing coatings over a wavelength range / A. P. Preobrazhenskiy // Telecommunications and Radio Engineering. – 2004. – Т. 62. – № 6. – С. 569-576.

THE PROCESS MODELING OF MULTI-USER SIGNAL RECEPTION

© 2022 A. V. Lomakov, A. P. Preobrazhenskiy, V. S. Lobach, A. O. Smirnov

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper discusses the possibilities of modeling the processes of multiuser signal reception. The idea of creating new signal processing algorithms for non-Gaussian channels is demonstrated. To combat intra-system interference, it is required to rely on the methodology of multi-user detection. The advantages of poly-Gaussian models are shown.

Keywords: modeling, signal reception, communication channel.