

## **ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО СПУТНИКОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ**

*В.В. Золотарев, Т.А. Епишина, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин*

**Институт космических исследований РАН,  
Рязанская государственная радиотехническая академия**

Развитие систем передачи цифровых данных требует разработки эффективной аппаратуры помехоустойчивого кодирования. При создании такой аппаратуры особенно важным является вопрос выбора методов кодирования/декодирования, позволяющих обеспечить необходимый энергетический выигрыш (а, соответственно, достоверность передачи данных, дальность, скорость связи и т.д.) при минимальной сложности (стоимости, надежности, быстродействии) реализующей их аппаратуры. При этом проектировщикам аппаратуры часто недоступны программные комплексы, позволяющие проводить исследования эффективности интересующих их методов кодирования/декодирования в различных условиях.

В докладе рассматривается система имитации цифровой передачи данных по спутниковым и иным каналам связи (в дальнейшем просто «Имитатор») [1], в которую включены практически все современные наиболее эффективные системы повышения достоверности, используемые в реальных сетях связи или только еще опубликованные в специализированных научных изданиях по телекоммуникациям.

Данный программный комплекс позволяет специалистам оценить возможность применения в разрабатываемых ими системах различных декодеров корректирующих кодов. Это создает возможность правильного проектирования всех узлов создаваемых новых коммуникационных систем с учетом требуемых уровней энергетической эффективности, сложности, скорости и надежности реализации, задержки принятия решения и других критериев выбора систем повышения достоверности.

Среди большого числа методов, включенных в программное обеспечение «Имитатора», можно выбрать и быстро опробовать в моделируемом канале обычные мажоритарные декодеры, различные версии алгоритма Витерби, разнообразные варианты систем кодирования с применением каскадных кодов, в том числе большое число различных версий декодеров турбо кодов. Много внимания авторами уделено также созданию и реализации различных декодеров для низкоплотностных кодов.

Важнейшее место в программном обеспечении «Имитатора» занимают алгоритмы многопорогового декодирования (МПД) [1, 2]. По совокупности критериев простоты реализации и энергетической эффективности методы МПД опережают все другие известные в настоящее время разработки и продолжают успешно развиваться дальше [3]. Все основные наиболее эффективные версии многопорогового алгоритма декодирования также включены в качестве возможных вариантов методов повышения достоверности передачи данных в состав программного обеспечения «Имитатора» и демонстрируют очень высокие характеристики этого уникального алгоритма, который полностью разработан российскими специалистами.

Далее кратко перечислим основные системы повышения достоверности, реализованные в программном обеспечении «Имитатора».

Коды и методы их декодирования, доступные в «Имитаторе»:

- коды Хэмминга, декодируемые как с помощью обычного декодера Мэггита (при работе с жесткими решениями демодулятора), так и с помощью декодера Чейза (при работе с мягкими решениями демодулятора);

- сверточные коды, декодируемые с помощью декодера Витерби;

- сверточные самоортогональные коды, декодируемые с помощью многопорогового декодера;
- турбо коды, при декодировании которых возможно использование Log-MAP или Max-Log-MAP алгоритмов декодирования;
- низкоплотностные коды, для декодирования которых используется Sum-Product алгоритм.

Исследование перечисленных кодов возможно в следующих моделях каналов передачи данных:

- канал с аддитивным белым гауссовским шумом и двоичной фазовой модуляцией;
- канал с аддитивным белым гауссовским шумом и многопозиционной фазовой модуляцией;
- канал с аддитивным белым гауссовским шумом и квадратурной амплитудной модуляцией.

Во всех моделях каналов реализована возможность генерации как жестких, так и мягких решений демодулятора.

Следует отметить, что программное обеспечение «Имитатора» непрерывно развивается. Происходит добавление новых моделей каналов и методов помехоустойчивого кодирования. Кроме того, оперативно могут быть включены любые методы коррекции ошибок, специальные модели каналов связи, необходимые для конкретных проектных работ протоколы связи и иное программное обеспечение, повышающее эффективность работы исследователей и разработчиков новых систем связи.

1. [www.mtdbest.iki.rssi.ru](http://www.mtdbest.iki.rssi.ru)

2. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритм: Справочник. – М.: «Горячая линия–Телеком», 2004. – 126 с.

3. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Сравнение сложности реализации эффективных методов декодирования помехоустойчивых кодов // DSPA-2004. – М., 2004. – Т. 1.