

**МЕТОДИКА СИНТЕЗА АЛГОРИТМА ПРИЕМА СИГНАЛОВ С ОФМ
СТАНЦИИ МЕТЕОРНОЙ РАДИОСВЯЗИ. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ
АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ****А. В. Петров (Санкт-Петербург)**

Особенностью линий метеорной радиосвязи является то, что прием сообщений, а в линиях двухсторонней связи и передача сообщений, осуществляется в интервалы времени, когда качество принимаемого сигнала удовлетворяет установленным требованиям. Именно низкие показатели своевременности доставки сообщений являются причиной того, что при обеспечении обширных северных регионов нашей страны предпочтение отдается другим видам связи. Вместе с тем в ряде стран мира (США, Канада и др.), начиная с 60-х годов, не только проводились исследования в этой области, но и были доведены до практического использования сети МРС различного масштаба. О возможностях этого вида связи и уровне внедрения говорят работающие в настоящее время системы на базе МРС, с помощью которых решаются задачи мониторинга и обеспечения постоянного контроля состояния окружающей среды (гидрологического, метеорологического, геофизического, радиационного и т.д.), предоставляются услуги по связи с малонаселенными труднодоступными районами с неразвитой структурой телекоммуникаций.

Увеличить своевременность доставки сообщения можно, уменьшая среднюю длительность между следами, т. е. используя как можно большее количество следов (за счет снижения порога регистрации), а также увеличивая среднюю длительность следа. Для оптимизации указанных величин необходимо оптимизировать параметры сигнала в процессе сеанса связи, что, в свою очередь, приводит к необходимости оптимизации характеристик сигнала, антенных устройств, протокола передачи. Отсюда, особое значение при решении задачи синтеза алгоритмов приема приобретает оценка параметров принимаемого сигнала.

Среди известных способов декодирования на практике применяются, в основном, декодирование в дискретном и в полунепрерывном каналах, для осуществления которых используются апостериорные распределения параметров принимаемых сигналов и их оценки. Декодирование в непрерывном канале используется крайне редко из-за высокой вычислительной сложности способа приема в целом. Однако, независимо от способа приема (прием в дискретном или в полунепрерывном канале), задачей демодулятора является вычисление апостериорного распределения (апостериорной плотности вероятности) параметров принимаемых сигналов, а синтез демодулятора сводится к задаче формирования апостериорной плотности вероятности процесса, наблюдаемого на входе демодулятора. В частности, при приеме дискретных сообщений демодулятор формирует апостериорную плотность вероятности смешанного дискретно-непрерывного марковского процесса.

В докладе предлагается постановка в наиболее общем виде задачи синтеза демодулятора линии метеорной радиосвязи, осуществляющего совместные процедуры обнаружения сигнала, и помехи, оценку и фильтрацию сопутствующих параметров и оценку дискретного информационного параметра. Синтез алгоритмов приема, основанных на теории нелинейной фильтрации, сводится к решению прямого уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова одним из известных методов, при этом обычно рассматривают поступающую на вход демодулятора смесь как стационарный или квазистационарный случайный процесс. Однако решение задачи синтеза для метеорного канала на основе применения известных методик не представляется возможным по следующим причинам.

Во-первых, метеорный след, пригодный для использования, существует лишь ограниченное время, т.е. пока значение уровня сигнала не достигнет некоторого порогового (граничного) значения $U_{пор}$, определяемого чувствительностью приемника. В дальнейшем, до появления очередного пригодного для связи следа, значение сигнала остается постоянным и равным пороговому (граничному) значению $U_{пор}$. Через некоторый временной интервал t , имеющий экспоненциальное распределение, при появлении пригодного для связи метеорного следа, значение квадратурной составляющей сигнала мгновенно возвращается в некоторую точку μ_0 , соответствующую начальному значению квадратурной составляющей сигнала, отраженного от пригодного для связи метеорного следа, после чего происходит изменение квадратурной составляющей сигнала. Описанный процесс является марковским, но не диффузионным. Применение прямого уравнения Колмогорова недопустимо, потому что переходы из одного состояния в другое не являются локальными. В течение малого временного интервала значение μ_0 может быть достигнуто не только из какой-либо близко расположенной точки, но также и из точки, расположенной на границе, т.е. отсутствует локальность переходов из одного состояния в другое, процесс не является диффузионным. Именно это обстоятельство нарушает непрерывный характер движения и делает неправомерным непосредственное использование прямого уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова. Обратное уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова не изменит своего вида. Однако использование обратного уравнения при синтезе демодулятора не имеет, очевидно, практического смысла.

Во-вторых, при применении известных методик синтеза алгоритма нелинейной фильтрации необходимо задавать начальные распределения параметров, входящих в уравнения состояния и уравнение наблюдения. Как правило, начальные распределения параметров задаются весьма приблизительно. Это оправданно, когда случайный процесс, описывающий сигнал, является стационарным, потому что с течением времени даже при неточно заданных начальных значениях параметров синтезированный алгоритм сходится, и фильтруемые параметры достигают значений своих математических ожиданий. Изменение квадратурной составляющей сигнала, отраженного от пригодного для связи следа, описывается системой стохастических дифференциальных уравнений, которые формируют нестационарный случайный процесс, при этом изменяется как математическое ожидание, так и дисперсия случайного процесса. Поэтому при использовании известных методик синтеза алгоритма нелинейной фильтрации необходимо дополнительно оценивать начальные значения параметров.

В силу этих причин для решения задачи синтеза проведена декомпозиция на два этапа. На первом этапе осуществляется обнаружение и оценка начальных значений параметров и случайной задержки сигнала, отраженного от метеорного следа. На втором этапе осуществляется фильтрация параметров сигнала, а также производится оценка дискретного информационного параметра.

Разработаны алгоритмы функционирования для каждого из этапов и проведена оценка реализуемости и качества функционирования на основе имитационного моделирования на ЭВМ. Оба этапа приема были смоделированы на языке высокого уровня Delphi 6.0, проведен анализ сходимости разработанных алгоритмов обнаружения и приема сигналов с ОФМ.