

*Степанова Наталья Вениаминовна*

аспирант

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный  
университет телекоммуникаций и информатики»  
г. Самара, Самарская область

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАНАЛА В ОБУЧАЮЩЕМ РЕЖИМЕ**

*Аннотация:* в данной статье рассмотрена проблема оценки канала для беспроводных систем. Отмечены основные особенности оценки канала в режиме обучения. В заключение сделан вывод о возможности улучшения оценки канала для неподготовленных символов OFDM многочленами более высокого порядка в случае, если система может терпеть большие латентности.

*Ключевые слова:* прямая оценка, канал, канальное кодирование, обучение.

Оценка канала имеет долгую и богатую историю в системах связи. В этих системах, как правило, импульсная характеристика моделируется как неизвестный изменяющийся во времени КИХ-фильтр, коэффициенты которого должны быть оценены. Многие подходы оценки канала систем с одиночными несущими могут быть применены к системам с несущими. Однако, уникальные свойства передачи на нескольких несущих принесли дополнительные перспективы, которые позволяют разрабатывать новые подходы для оценки канала систем с несущими.

Оценка канала является сложной проблемой для беспроводных систем. В отличие от других направляющих средств медиа, радиоканал очень динамичен. Передаваемый сигнал проходит к приемнику, подвергаясь множеством вредных эффектов, которые повреждают сигнал и часто понижают производительность системы. Передаваемые сигналы, как правило, отражаются и рассеиваются, прибыв в приемник по нескольким путям.

В способе прямой оценки канала П-ОК (оценка канала по пилотам), чтобы декодировать текущий символ OFDM используются оценки канала для предыдущего символа OFDM. Канал, соответствующий текущему символу, затем оценивается с новым использованием оценочной информацией о символах. Так как устаревшие оценки канала используются в процессе декодирования, эти оценки являются менее надежными, поскольку канал может существенно отличаться от символа к символу. Следовательно, дополнительная информация, как правило, включена в П-ОК, таких периодически посылаемых обучающих символов. Канальное кодирование, чередование и итерационные методы также широко применяются для повышения производительности дифференциальных технологий.

В режиме обучения все поднесущие символа OFDM посвящены известным пилот-сигналам. В некоторых системах, таких как WLAN или WiMAX, два символа зарезервированы для обучения. Если обучающие символы используются над двумя символами OFDM, для очень медленно меняющихся каналов можно считать, что каналы в двух OFDM-символах для тех же поднесущих одинаковы. В этом случае оценки могут быть усреднены для дальнейшего снижения шума. Если дисперсии шума символов OFDM различны, то можно использовать фильтрацию Калмана, так что дисперсии шума используются в качестве весовых параметров [5].

После оценки канала по обучающим символам OFDM его можно использовать для оценки каналов OFDM-символов, посланных между обучающими символами. В зависимости от изменения канала по времени могут быть использованы различные методы.

Очень распространенный метод – предполагать, что канал не изменяется между обучающими символами OFDM. В этом методе канал, который оценивается на учебных символах, используется для последующих символов, пока не будет получена новая обучающая последовательность. Затем канал обновляется с использованием новой обучающей последовательности, и процесс продолжается. Фактически, это один из алгоритмов, используемых для IEEE 802.11a / b / g и фиксированных систем WiMAX. Однако эти подходы вносят погрешность для

непостоянных каналов, то есть наружных каналов. Наибольшее снижение производительности наблюдается в символах, наиболее удаленных от обучающих символов. Для систем видеопередачи критическая информация может передаваться по символам ближе к обучающим символам, в то время как некритическая информация может передаваться по тем, которые дальше от обучающих символов. Отмечается, что такая компоновка может улучшить производительность без увеличения количества учебных блоков. Однако для систем, требующих одинаковых пакетов приоритетов, таких как сети передачи данных, такой подход не может быть использован. В этом случае удовлетворительные результаты могут быть получены путем увеличения скорости, с которой учебные символы отправляются за счет эффективности системы [3–4].

Для быстро меняющихся каналов методы интерполяции могут быть использованы во временной области. Интерполяция канала линейно между обучающими символами является одним простым решением. Недостатком такого подхода является задержка, введенная в систему. В самом деле, если система может терпеть больше латентности, тогда оценка канала для неподготовленных символов OFDM может быть улучшена многочленами более высокого порядка [1–2].

### ***Список литературы***

1. Chang M.X. Model-Based Channel Estimation for OFDM Signals in Rayleigh Fading / M.X. Chang, Y.T. Su // IEEE Transactions on Communications. – 2002. – Vol. 50. – №4. – P. 540–544.
2. Coleri S. Channel Estimation Techniques Based on Pilot Arrangement in OFDM Systems / S. Coleri [et al.] // IEEE Transactions on Broadcasting. – 2002. – Vol. 48. – №3. – P. 223–229.
3. Sun Y. A Joint Channel Estimation and Unequal Error Protection Scheme for Video Transmission in OFDM Systems / Y. Sun, X. Wang, K.J.R. Liu // IEEE International Conference on Image Processing. – Vol. 1. – NY: Rochester, 2002. –P. 549–552.

4. Tang H. Interpolation-Based Maximum Likelihood Channel Estimation Using OFDM Pilot Symbols / H. Tang, K.Y. Lau, R.W. Brodersen // IEEE Global Communications Conference (Globecom). – Vol. 2. – Taipei, Taiwan, 2002. – P. 1860–1864.
5. Yuanjin Z. A Novel Channel Estimation and Tracking Method for Wireless OFDM Systems Based on Pilots and Kalman Filtering / Z. Yuanjin // Transactions on Consumer Electronics. – 2003. – Vol. 49. – №2. – P. 275–283.