

## **ДВА СПОСОБА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ КАНАЛА СВЯЗИ В АДАПТИВНЫХ СПИ**

**Кузнецов Лонгин Константинович**

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва,*

*профессор*

*longin\_kuz@mail.ru*

**П**остроение адаптивных систем передачи информации (СПИ) и, в частности, СПИ с адаптивным декодированием, предполагает изыскание метода контроля качества канала связи (КС) и принятия решения об изменении алгоритма работы [1, 4].

Для принятия решения в адаптивной СПИ, как правило, требуется не просто оценка (прогноз) будущего состояния КС, а динамика канала, то есть оценка изменений, которые произойдут в состоянии КС. Такую оценку можно получить только сравнивая текущее состояние канала с прогнозируемым. Под оценкой качества канала обычно понимают любые измерения характеристик канала, позволяющие оценить степень его пригодности для передачи информации [3, 4]. Вопросам оценки качества КС посвящена обширная литература [1, 4]. Поэтому мы не будем заниматься подробным анализом этих конкретных методов оценки качества канала, а отметим только наиболее существенные, по нашему мнению, недостатки присущие большинству этих методов с точки зрения их использования в адаптивных СПИ:

1. Основной недостаток заключается в том, что практически все используемые методы оценки состояния и поведения ДКС являются методами контроля КС в данный момент времени и не отражают динамику его поведения, тогда как хорошо известно, что характеристики большинства реальных каналов изменяются во времени.

2. Отсутствует элемент прогнозирования состояния КС. Данное замечание становится существенным не только для адаптивных СПИ, но и для СПИ, используемых в сетях (неадаптивных), поскольку применение процедур прогнозирования состояния КС позволяет организовать эффективное управление потоками информации, сводящееся к выбору оптимальных путей для ее передачи в сетях связи, с учетом динамических изменений параметров КС, с одной

стороны, и обеспечить оптимальную работу адаптивных СПИ с другой стороны, и тем самым оперативно, целенаправленно и с максимальной верностью осуществлять передачу информации между источником и потребителем информации.

3. Как правило, методы контроля учитывают влияние отдельных искажающих факторов в КС [1, 4]. В то же время измерительные устройства, подключенные к выходу реального дискретного канала позволяют только фиксировать общую величину искажений. Поэтому наряду с известными методами контроля КС необходимыми являются методы контроля ДКС при совместных случайных действиях всех мешающих факторов в реальных каналах, то есть в условиях действия комплекса помех.

Из рассмотрения проблемы оценки состояния и поведения ДКС следует, что для адаптивных СПИ необходим поиск новых способов оценки состояния и поведения реальных каналов, которые были бы свободны от выше перечисленных недостатков, а именно, учитывали нестационарный характер поведения КС и содержали элемент прогнозирования. Далее в силу специфики адаптивных СПИ контроль необходимо осуществлять на малых объемах выборки (на длине нескольких кодовых комбинаций).

В достаточной степени свободным от указанных недостатков является метод оценки и поведения КС, опирающийся на разработанные автором статьи представления КС временными рядами [1, 2, 3].

В нашем понимании задача контроля качества нестационарного КС включает решение двух взаимосвязанных задач: задачи прогнозирования значений временного ряда и задачи классификации состояния КС при его кусочно-стационарной аппроксимации.

Выбор параметров прогнозирования и идентификации определяется следующими основными требованиями:

1. Минимальности вероятности ошибочной классификации.
2. Минимального влияния погрешности прогнозирования на решение задачи классификации состояний КС.
3. Минимального объема выборки, на которой оценивается значение параметра идентификации. Это требование минимизирует объем памяти для хранения отрезка значений временного ряда, на котором вычисляется значение параметра идентификации.
4. Минимального объема выборки, на которой решается задача прогнозирования. Это требование минимизирует первоначальную задержку в передаче информации, необходимую для формирования обучающей выборки, на которой осуществляется идентификация модели прогнозирования.

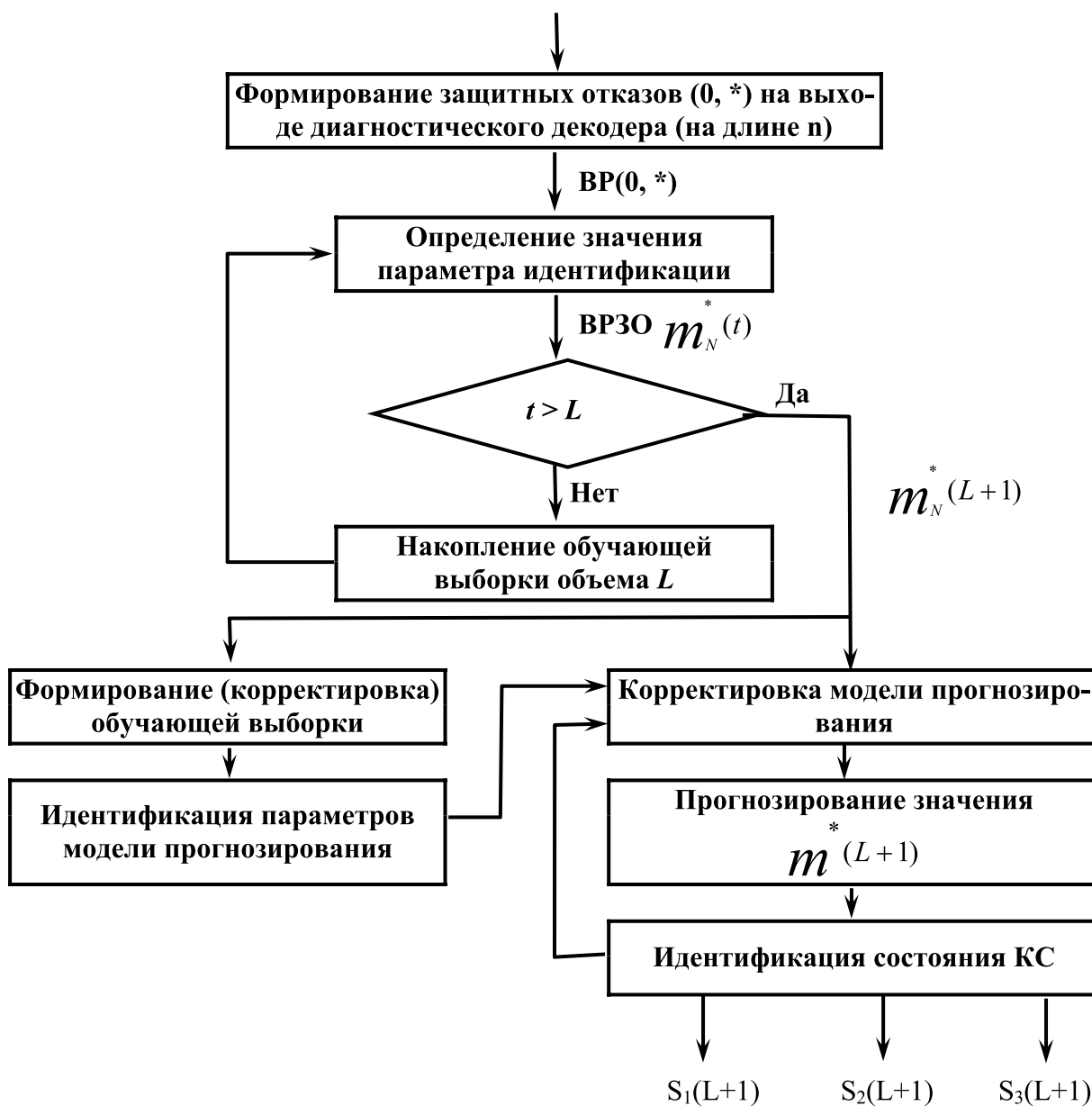


Рис. 1. Алгоритм прогнозирования и идентификации состояния КС по 1 способу

С целью обоснования выбора параметров прогнозирования и идентификаций состояния рассмотрим возможные способы организации прогнозирования и идентификации состояния.

При выборе в качестве параметра идентификации числа защитных отказов  $m^*$  на интервале оценивания  $L$  возможны следующие способы организации прогнозирования и формирования временного ряда защитных отказов –  $m^*(t)$ :

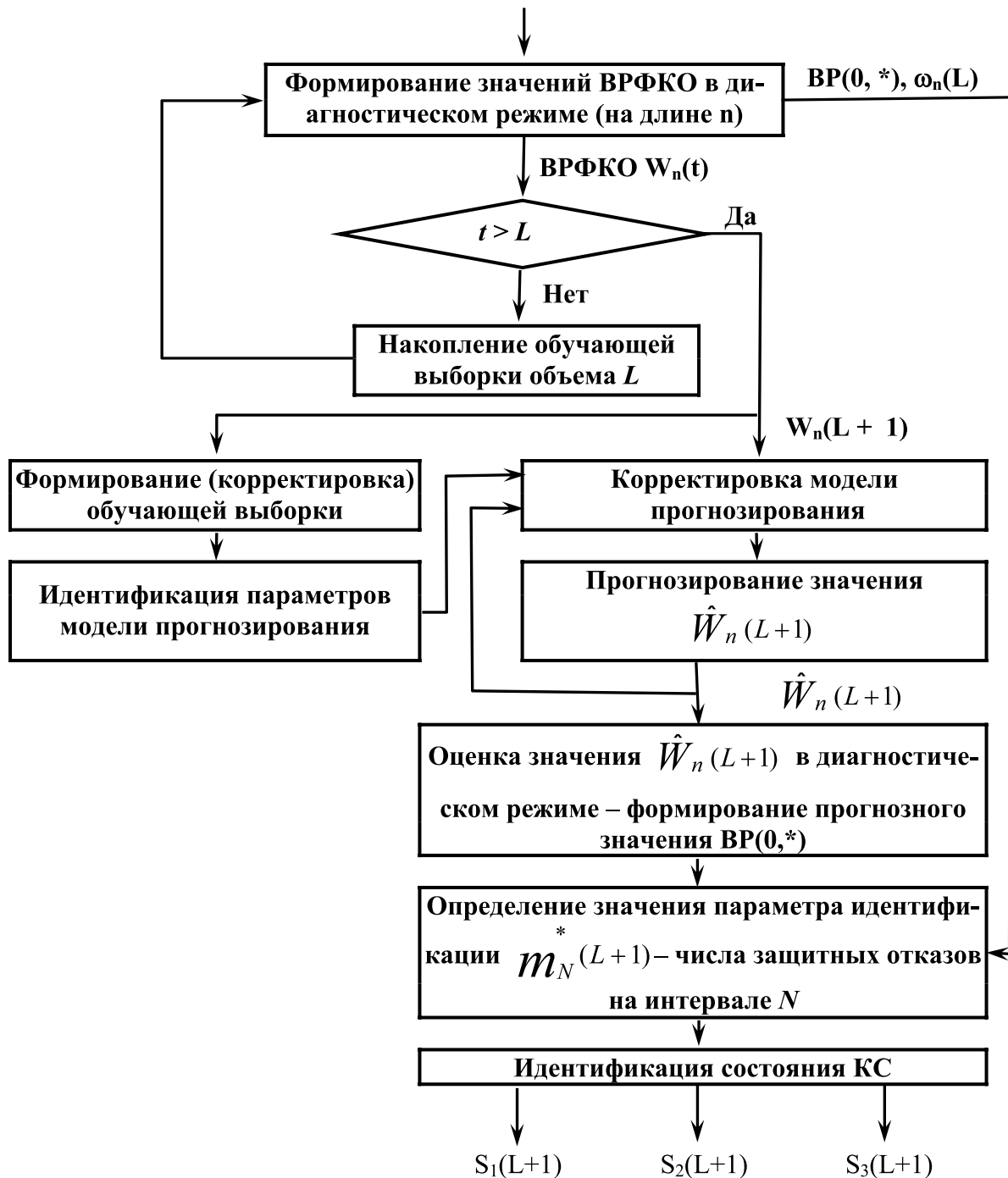


Рис. 2. Алгоритм прогнозирования и идентификации состояния КС по 2 способу

– параметр идентификации и прогнозирования один и тот же –  $m^*(t)$ . Тогда блок-схема алгоритма прогнозирования и идентификации будет иметь вид,

представленный на рис. 1. Такой способ организации контроля качества КС характеризуется большим временем первоначальной задержки в передаче информации для формирования обучающей выборки для прогнозирования

$$T = L \cdot N \cdot n \text{ бит,}$$

где:  $L$  – объем обучающей выборки, необходимый для работы моделей прогнозирования;  $N$  – интервал оценивания, необходимый для классификации состояний КС;  $n$  – длина блочного кода, используемого для передачи информации,

а также тем, что погрешность прогнозирования значений

$$\hat{m}^*(L+1)$$

полностью включается в вероятность ошибочной классификации;

– в качестве параметра прогнозирования используется значение временного ряда функций кратностей ошибок –  $W_n(t)$ . Блок-схема алгоритма прогнозирования и идентификации состояния КС по этому способу имеет вид, представленный на рис. 2. При таком способе организации процесса прогнозирования и идентификации состояния КС в  $N$  раз уменьшается первоначальная задержка в передаче информации  $T$  из-за формирования обучающей выборки для идентификации параметров модели прогнозирования и существенно уменьшается влияние ошибки прогнозирования на решение задачи идентификации, так значение  $m_N^*(L+1)$ , вычисленное с учетом спрогнозированного значения последней компоненты  $W_n(N-1)$  в последовательности

$$\langle W_n(1), W_n(2), \dots, W_n(N-1), \hat{W}_n(N) \rangle,$$

будет отличаться от истинного значения не более чем на  $\pm 1$  (единицу).

Поэтому во всех случаях, когда это возможно, целесообразно использовать различные параметры прогнозирования и идентификации состояния КС и данный способ организации процесса контроля качества нестационарного КС.

### Список источников

1. Кузнецов Л.К. Системы передачи информации с адаптивным по прогнозу декодированием: Монография. – М.: ВГНА, 2011.
2. Кузнецов Л.К. Прогнозирование поведения каналов связи на основе временных рядов. //Сборник научных статей профессорско-преподавательского состава, аспирантов и соискателей ВГНА МНС России, вып. 3. – М.: ВГНА МНС России, 2003.
3. Кузнецов Л.К., Шеховцов О.И. О моделировании дискретных каналов связи. – XI Всесоюзный симпозиум “Методы представления и аппаратурный анализ случайных процессов и полей”. Тезисы докладов, секция 3. – Л.: 1980.
4. Советов Б.Я., Стах В.М. Построение адаптивных систем передачи информации для автоматизированного управления. – Л.: Энергоиздат, 1982.