

Математическое описание преобразования выходного сигнала  $x(t)$  со спектром  $S_x(\omega)$  аналоговой части канала имеет вид:

$$y_k(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(\omega) \prod_{i=1}^s A_{a_i}(\omega) A_{ay}(\omega) e^{j\omega t} d\omega,$$

где  $A_{a_i}(\omega)$  - АЧХ аналоговых линейных компонентов;

$A_{ay}(\omega)$  - АЧХ аналоговой части АЦП.

Сигнал на выходе дискретизатора:

$$y_k(nT + \Delta t_{3.0}) = \int_{nT - \alpha}^{nT + \alpha} y_k(t) \sum_{-\infty}^{+\infty} \delta[t - (nt + \Delta t_{3.0})] dt,$$

где  $\alpha$  - интервал интегрирования слева и справа от заданного временного положения  $n$ -го отсчета;  $T$  - период дискретизации. Сигнал на выходе квантователя и ИК в целом может быть представлен с помощью нелинейной пилообразной функции  $\epsilon(y_k)$  в виде:

$$y_g(nT + \Delta t_{3.0}) = y_k(nT + \Delta t_{3.0}) - \epsilon_g(y_k).$$

Тогда динамическая погрешность равна

$$\Delta y_k = \frac{y'_g}{nT} \Delta t_{3.0}.$$

На основании этой формулы по конкретным значениям временного ряда, полученного в результате измерений, можно вычислить оценку погрешности в каждый момент времени и  $nT$ .

Если известны статические характеристики  $y_k(t)$  и  $\Delta t_{3.0}$  можно найти общую оценку неопределенности показаний ИК и стандартное отклонение.

Однако расчет ДХ по приведенным выше выражениям затруднен из-за сложности вычислений.

Для случаев, когда учет инерционных свойств дискретных компонентов необходим, можно рекомендовать метод математического моделирования с использованием модели канала, представленный на рис 3.4.

### 3.6. Определение МХ программ вычислений

При метрологической аттестации алгоритмов исследуются три основные группы показателей: точности, устойчивости и сложности.

Показатели точности – характеризуют точность результатов, полученных с помощью данного алгоритма при соблюдении введенной модели входных данных.

Показатели устойчивости (надежности) – характеризуют устойчивость по отношению к искажениям исходных данных, помехам.

Показатели сложности - определяют трудоемкость решения задачи при использовании данного алгоритма (число элементарных операций обработки данных).

Цель аттестации алгоритма – выбор оптимального алгоритма для решения конкретной задачи (на этапе разработки системы).

Под МХ программы вычислений подразумевают характеристики тех свойств программы вычислений, которые оказывают влияние на результат измерений и могут привести к дополнительным потерям измерительной информации .

Потери измерительной информации могут быть обусловлены:

- применением приближенных методов вычислений (несовершенство методов или алгоритмов) ;
- недостоверностью экспериментальных данных, поступающих на вход вычислительного компонента (наследственная потеря измерительной информации) ;
- погрешностью окружения результатов вычислений.

Одна и та же программа вычислений, реализованная в одной и той же среде, одной и той же операционной системы на вычислительном компоненте одного типа, не будет меняться от экземпляра к экземпляру (может быть сопоставлена с конкретной копией).

Изменения в программе могут возникнуть при смене вычислительного компонента или операционной системы.

Когда существенны ограничения вычислений (по времени счета, шагу дискретизации, числу операций) – целесообразно использовать функцию связи между МХ и этими ограничениями.

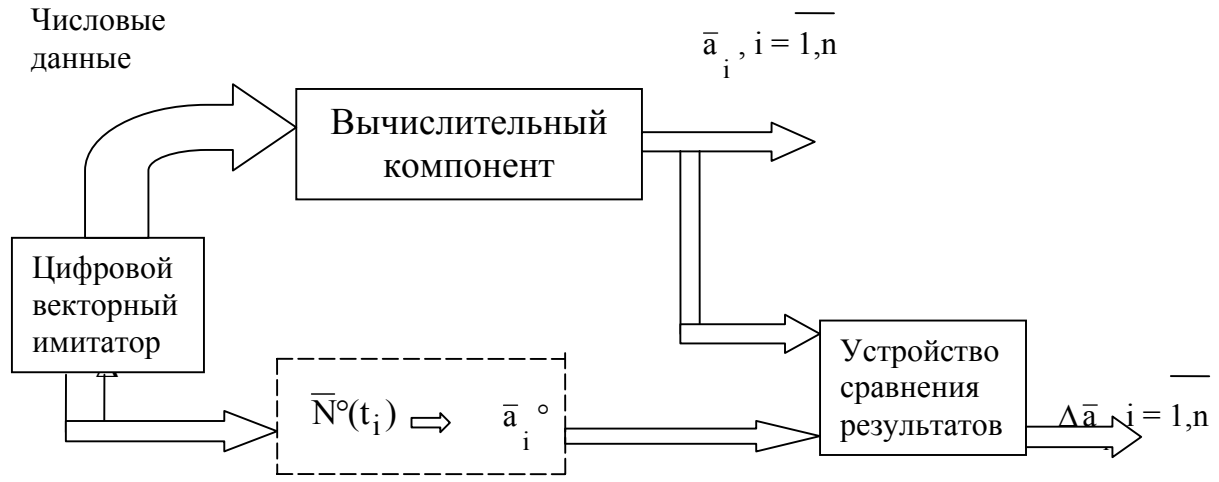
Функция связи имеет различный вид в зависимости от типов применяемых алгоритмов.

Получив в процессе МА зависимость, например, методической погрешности его шага дискретизации можно выбрать значения параметра ограничения, при котором эта погрешность будет минимальной, и рекомендовать данный алгоритм при полученном значении параметра ограничения.

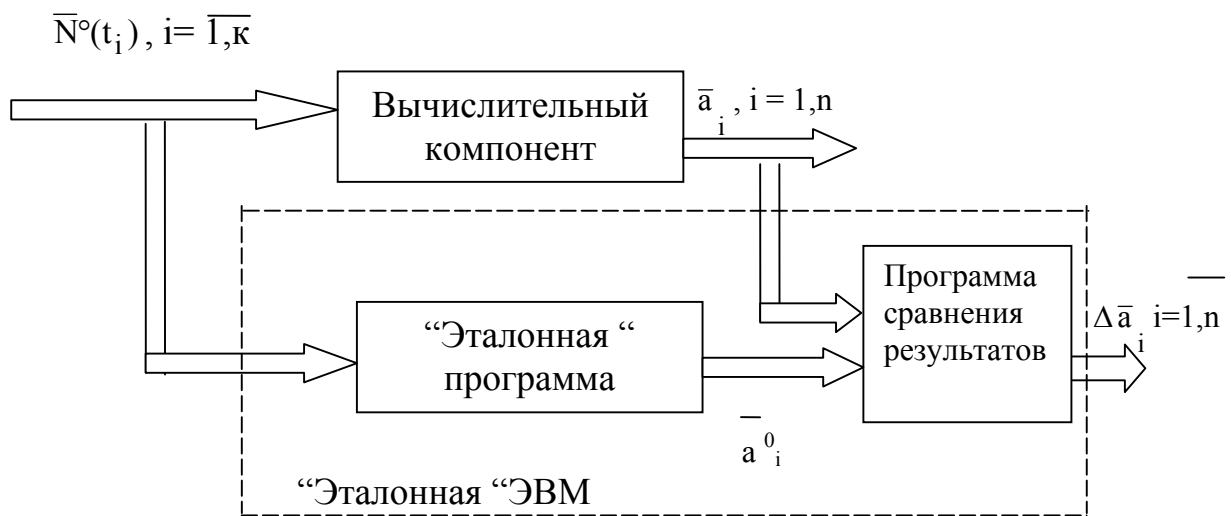
Оценка МХ программ вычислений может быть получена с помощью вычислительных экспериментов, организация которых ассоциируется с методом “образцовой меры” либо методом “образцового прибора”.

В первом случае на выход вычислительного компонента подают цифровые сигналы, имитирующие работу аналоговой части системы (рис.3.5. а). Устройство, генерирующее сигналы, называется цифровым векторным имитатором.

Требуемая последовательность числовых данных может образовываться путем обращения к запоминающему устройству или воспроизводится программными средствами ЭВМ по заданному алгоритму.



а)



б)

Рис.3.5 Методы определения MX программ вычислений

В любом случае поступающие на вход устройства сравнения числовые данные  $\bar{N}^o(t_i) \rightarrow \bar{a}_i$  и ожидаемые результаты их обработки  $\bar{a}_i$  должны быть известны с требуемой точностью. Для организации эксперимента по методу “образцового прибора” используется (рис.3.5. б) машинная имитация результатов прямых измерений  $\bar{N}^o(t_i)$  (с учетом известных законов

распределения показаний и известной информации о величинах, подвергаемых измерениям). Результат применения программы вычислений  $\bar{a}_i$  сравнивается с идеальным значением  $\bar{a}_i^0$ , определенным с учетом априорной информации об исследуемой системе (например, с помощью “технологической”, эталонной ЭВМ).

Однако в силу сложности этот эксперимент часто нецелесообразен.

МА программ вычислений производится только для вновь разрабатываемых или ранее не прошедших аттестацию программ вычислений.

Повторная аттестация – при смене вычислительного компонента.

### *Вопросы для самоконтроля усвоения знаний*

1. В чем состоят общие принципы нормирования метрологических характеристик информационно-измерительных систем?
2. Какие особенности информационно-измерительных систем в первую очередь обуславливают специфику регламентации их метрологических характеристик?
3. Какие характеристики измерительных каналов относятся к динамическим?
4. Охарактеризуйте основные проблемы и специфические особенности экспериментальных исследований метрологических свойств информационно-измерительных систем?
5. В чем заключается подготовка к экспериментальному определению метрологических характеристик информационно-измерительных систем?
6. Какие задачи решаются в процессе построения моделей измерительных каналов? Приведите пример построения математической модели измерительного канала.
7. Как учитывается воздействие влияющих величин при определении метрологических характеристик информационно-измерительных систем?
8. В чем состоит суть методов планирования эксперимента? Рассмотрите пример построения плана эксперимента при наличии трех влияющих величин.
9. Рассмотрите методику расчета номинальной функции преобразования измерительного канала.
10. Какие особенности аналого-цифровых преобразователей необходимо учитывать при построении модели измерительного канала информационно-измерительной системы?
11. Сформулируйте основные принципы, используемые при определении метрологических характеристик программ вычислений.