

К7АИ:6  
А 224

Министерство высшего и среднего специального образования  
РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт им. академика С.П.Королева

На дом  
не выдается

Кафедра "Автоматизированные системы управления"

Лаборатория автоматизированных систем научных  
исследований АН СССР

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС  
ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АСНИ И ИХ КОМПОНЕНТОВ  
И ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЮ АСНИ

Лабораторная работа № 5  
ПОДСИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ  
(ДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЙ)

Составители :  
доцент Орищенко В.И.  
доцент Павлов В.П.  
доцент Шеничкинов В.В.  
ст. инж. Огин Ю.К.

Куйбышевский  
авиационный институт  
№ \_\_\_\_\_  
Учебный фонд

Рецензент :  
доцент Короблин М.А.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Описание исследуемого компонента .....	3
2. Исследование характеристик погрешностей подсистемы измерений в динамическом режиме .....	3
2.1. Общая структура априорных моделей погрешностей подсистемы измерений в динамическом режиме .....	3
2.2. Декомпозиция задачи исследования .....	5
2.3. Определение максимальных значений времен выполнения функциональных частей задач .....	6
2.3.1. Концептуальные модели времен выполнения функциональных частей задач .....	6
2.3.2. Экспериментальное определение максимальных времен выполнения функциональных частей задач .....	7
3. Построение математической модели компонента .....	7
4. Порядок выполнения лабораторной работы .....	8
5. Контрольные вопросы .....	9
Список сокращений .....	9
Литература .....	9

Целью лабораторной работы является :

- исследование точностных характеристик подсистемы измерений (ПСИ) в динамическом режиме.

## 1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО КОМПОНЕНТА

Назначение и описание методического, аппаратного, программного и информационного обеспечений ПСИ в динамическом режиме измерений приведено в п.п.2.1...2.5 /1/. Здесь рассмотрим лишь метрологическое обеспечение.

Погрешности измерений ПСИ в динамическом режиме определяются следующим образом

$$\Delta_{грk}(t) = \tilde{X}_k(t) - X_k(t), \quad (1.1)$$
$$t \in [0, T_n), \quad k = \overline{1, K};$$

где  $\tilde{X}_k(t)$  - результат измерения (оценка) параметра  $X_k(t)$ ;

$X_k(t)$  - истинное значение измеряемого параметра;

$T_n$  - длительность временного интервала, на котором производится измерение параметров  $X_k(t)$ ,  $k = \overline{1, K}$ .

Целью исследования, проводимого в лабораторной работе, является определение предельных значений погрешностей ПСИ в динамическом режиме

$$\Delta_{грkп} = \max_t |\Delta_{грk}(t)|, \quad (1.2)$$
$$t \in [0, T_n), \quad k = \overline{1, K}.$$

## 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

### 2.1. Общая структура априорных моделей погрешностей подсистемы измерений в динамическом режиме

Из (1.1) и (2.25) /1/ погрешности измерений в динамическом

режиме

$$\Delta_{грk}(t) = \bar{X}_k(t_{kln}) - X_k(t), \quad t \in [t_{kln}, t_{k(n+1)n}), \quad (2.1)$$

$$k = \overline{1, K}, \quad n = \overline{1, N}.$$

Допустим, что отличием истинных моментов дискретизации  $t_{kn}$  от номинальных  $t_{kln}$  можно пренебречь. Тогда периоды опроса по каждому измерительному каналу равны номинальному  $T_{ок}$ . При этом (2.1) примет вид

$$\Delta_{грk}(t) = \bar{X}_k(t_{kln}) - X_k(t), \quad (2.2)$$

$$t \in [t_{kln}, t_{k(n+1)n}),$$

$$k = \overline{1, K}, \quad n = \overline{1, N}$$

Преобразуя (2.2), получим

$$\Delta_{грk}(t) = X_k(t_{kln}) + \Delta_{срk}(X_k(t_{kln})) - X_k(t) = \quad (2.3)$$

$$= \Delta_{срk}(X_k(t_{kln})) + \Delta_{динk}(t),$$

$$t \in [t_{kln}, t_{k(n+1)n}),$$

$$k = \overline{1, K}, \quad n = \overline{1, N};$$

где  $\Delta_{срk}(X_k(t_{kln})) = \bar{X}_k(t_{kln}) - X_k(t_{kln})$  - статическая составляющая погрешности измерения или погрешность измерения выборки  $X_k(t_{kln})$  в статическом режиме;

$$\Delta_{динk}(t) = X_k(t_{kln}) - X_k(t) -$$

- динамическая составляющая погрешности измерения.

Составляющая погрешности  $\Delta_{срk}(\cdot)$  будет действительно иметь статический характер по двум причинам:

1. Из введенного допущения ( $t_{kn} = t_{kln}$ ) следует, что погрешности выборки и запоминания  $\Delta_{вк}(\cdot)$  имеют только статическую составляющую (см. п. 2.2 /1/). Таким образом, только погрешности восстановления  $\Delta_{вск}(\cdot)$  имеют динамический характер.

2. Погрешности восстановления  $\Delta_{вск}(\cdot)$  равны соответствующим динамическим составляющим  $\Delta_{динk}(t)$  погрешностей  $\Delta_{грk}(t)$  в

(2.3)

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{дин}k}(t) &= \Delta_{\text{вск}}(\bar{X}(t_{k,n})), \\ t &\in [t_{k,n}, t_{k,n+1}), \quad k = \overline{1, K}, \quad n = \overline{1, N}. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Следовательно, динамические составляющие погрешностей измерений обусловлены только погрешностями восстановления параметров  $X_k(t)$  по оценкам  $\bar{X}_k(t_{k,n})$  выборок  $X_k(t_{k,n})$ .

## 2.2. Декомпозиция задачи исследования

Из (2.3) и (2.4) следует, что предельные значения погрешностей измерений в динамическом режиме

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{гр}k,n} &= \max_t |\Delta_{\text{гр}k}(t)| \leq \\ &\leq \max_t |\Delta_{\text{ср}k}(X_k(t_{k,n}))| + \\ &+ \max_t |\Delta_{\text{вск}}(\bar{X}_k(t_{k,n}))| = \\ &= \Delta_{\text{ср}k,n} + \Delta_{\text{вск}k,n}, \quad k = \overline{1, K}, \end{aligned} \quad (2.5)$$

где  $\Delta_{\text{ср}k,n}$  — предельное значение погрешности измерения параметра  $X_k(t)$  в статическом режиме;

$\Delta_{\text{вск}k,n}$  — предельное значение погрешности восстановления параметра  $X_k(t)$ .

Величина  $\Delta_{\text{ср}k,n}$  определяется из выражения (3.9) /1/.

Определим  $\Delta_{\text{вск}k,n}$ , положив, что измеряемые параметры  $X_k(t)$ ,  $k = \overline{1, K}$  имеют ограниченную производную

$$\max_t |X'_k(t)| \leq A_k, \quad k = \overline{1, K}. \quad (2.6)$$

Тогда

$$\Delta_{\text{вск}k,n} = \max_t |X'_k(t)| \cdot T_{\text{оп}} = A_k T_{\text{оп}}. \quad (2.7)$$

Таким образом, для определения  $\Delta_{\text{вск}k,n}$  необходимо знать период опроса  $T_{\text{оп}}$ , для которого должно выполняться условие (см. (3.1) /1/)

$$T_{\text{оп}} > \sum_{k=1}^K T_{k, \text{max}} + T_y(K), \quad (2.8)$$

где  $T_{k, \text{max}} = \max_n T_{kn}$  - максимальное время выполнения функциональной части задачи (ФЧЗ)  $TASK_k, k = \overline{1, K}$ ;

$T_y(K)$  - время, затрачиваемое на управление  $K$  задачами  $TASK_k, k = \overline{1, K}$ , которое определяется из выражения (2.7) /1/.

Из величин, входящих в (2.5), (2.7), (2.8), неизвестным является только  $T_{k, \text{max}}, k = \overline{1, K}$ .

### 2.3. Определение максимальных значений времен выполнения функциональных частей задач

#### 2.3.1. Концептуальные модели времен выполнения функциональных частей задач.

При обосновании концептуальных моделей времени  $T_{kn}$  выполнения ФЧЗ  $TASK_k, k = \overline{1, K}$ , будем полагать, что выполняются условия :

1. Прерывания от системного таймера и системные задачи ОС РВ не изменяют времена выполнения ФЧЗ.

2. Времена выполнения одних и тех же машинных команд есть постоянные величины, не изменяющиеся во времени.

При этом можно принять следующее :

1. Время выполнения подпрограммы опроса  $AOSKA$  есть детерминированная величина, зависящая от значения нормализованного напряжения -  $U_k(t)$  на выходе программно-неуправляемой части измерительного канала (ИНУИК). Это уже следует только из того, что время преобразования АЦП-14, которое входит в состав времени выполнения подпрограммы опроса, есть переменная величина, зависящая от преобразуемого напряжения.

2. Время выполнения подпрограммы тарировки  $TAR4$  есть детерминированная величина, зависящая от кодового представления  $U_k^*(t_{kr})$  (см. п. 4.2 /3/).

3. Время записи в последовательный буфер  $BUF_k$  есть постоянная величина.

Таким образом, времена  $T_{kR}$  выполнения ФЧЗ  $TASK_k, k=\overline{1, K}$ , равные суммам трех указанных выше времен с учетом вызываемой программы, представляют собой детерминированные величины, зависящие от значений напряжений на выходе ПЛУИК  $U_k(t), k=\overline{1, K}$ .

2.3.2. Экспериментальное определение максимальных времен выполнения функциональных частей задач

Оценки максимальных времен  $T_{kR}$  выполнения ФЧЗ  $TASK_k, k=\overline{1, K}$  определяются следующим образом

$$\tilde{T}_{kmax} = \max_m \tilde{T}_k(U_m), \quad m=\overline{1, M}, k=\overline{1, K} \quad (2.9)$$

где

$$\tilde{T}_k(U_m) = \tilde{T}_{оск}(U_m) + \tilde{T}_{Тк}(U_m) + \tilde{T}_Б - \quad (2.10)$$

- оценка времени выполнения ФЧЗ  $TASK_k$ , полученная на основании результатов прямых измерений времен выполнения подпрограмм опроса  $AOSRA$ , тарировки  $TAR4$  и буферизации  $BUFFER$ ;

$U_m$  - значение фактора (напряжения на выходе ПЛУИК).

Напряжения  $U_m, m=\overline{1, M}$  задаются источником калиброванных напряжений Ф-7046/6 (см.Рис.7 /5/).

### 3. ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОМПОНЕНТА

Погрешности измерений в динамическом режиме определяются из соотношения

$$\Delta_{грkп} = \Delta_{оскп} + \Delta_{вскп}, \quad k=\overline{1, K}; \quad (3.1)$$

где  $\Delta_{оскп}$  - предельное значение погрешности измерения параметра  $X_k(t)$  в статическом режиме;

$\Delta_{вскп}$  - предельное значение погрешности восстановления.

Величины  $\Delta_{оскп}$  определены в лабораторной работе № 4.

Величина  $\Delta_{вскп}$  может быть найдена из соотношения, следующего из (2.7)...(2.9) и (4.2) /1/ :

$$\Delta_{вскп} = A_k \left( \sum_{k=1}^K \bar{T}_{kmax} + \hat{T}_y(k) \right),$$

0,038814

где оценка сверху  $\hat{T}_y(k)$  времени  $T_y(k)$  на управление  $k$  задачами  $TASKk, k=1, \bar{K}$  определена в лабораторной работе № 3, а оценки  $\bar{T}_k, k=1, \bar{K}$  максимальных времен  $\bar{T}_{kmax}, k=1, \bar{K}$  выполнения ФЧЗ  $TASKk, k=1, \bar{K}$  определяются в соответствии с п.2.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы студент должен сделать следующее :

1. Получить у преподавателя номер индивидуального задания.
2. Изучить методические указания к лабораторной работе. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
3. Подготовить исходные данные для выполнения лабораторной работы в соответствии с требованиями, приведенными в /4/.
4. Отчитаться преподавателю по изученному материалу.
5. Провести экспериментальное исследование динамических характеристик ФЧЗ на АК-01. Порядок запуска лабораторного эксперимента в диалоговом режиме приведен в /4/.
6. Провести анализ полученных результатов и построить математическую модель ПСИ в динамическом режиме измерений.
7. Оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями, изложенными в п.5 /5/.
8. Отчитаться по лабораторной работе.



## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как соотносятся времена выполнения ФЧЗ и времена управления задачами при различном числе задач  $K$  (определить по полученным в лабораторной работе результатам) ?
2. Как соотносятся статическая и динамическая составляющие погрешности ПСИ при различном числе каналов  $K$  (определить по полученным в лабораторной работе результатам) ?
3. Каким требованиям должны удовлетворять задачи  $TASK_k, k=1, K$  ?
4. Что учитывалось при определении концептуальных моделей времен выполнения ФЧЗ  $k=1, K$  ?
5. Чем определяется план проводимого эксперимента ?
6. По каким причинам могут отличаться истинные моменты дискретизации измеряемых параметров от номинальных ?
7. Почему в (2.10) время выполнения подпрограммы тарировки есть величина, зависящая от  $U_m$  ?

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПСИ	- подсистема измерений
ПДУИК	- программно-неуправляемая часть измерительного канала
ФЧЗ	- функциональная часть задачи

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированный комплекс для оценивания характеристик АСНИ и их компонентов и обучения проектированию АСНИ. Лабораторная работа № 4. Подсистема измерения: Статический режим измерения. /Кули. -Куйбышев. -1987.
2. Автоматизированный комплекс для оценивания характеристик АСНИ и их компонентов и обучения проектированию АСНИ. Лабораторная

работа № 3. Подсистема управления АСНИ. /КуАИ. -Куйбышев. -1987.

3. Автоматизированный комплекс для оценивания характеристик АСНИ и их компонентов и обучения проектированию АСНИ. Лабораторная работа № I. Система измерения характеристик АСНИ и их компонентов. /КуАИ. -Куйбышев. -1986. -С.76.
4. Автоматизированный комплекс для оценивания характеристик АСНИ и их компонентов и обучения проектированию АСНИ. Варианты индивидуальных заданий по лабораторным работам и порядок проведения экспериментальных исследований. /КуАИ. -Куйбышев.-1987.
5. Автоматизированный комплекс для оценивания характеристик АСНИ и их компонентов и обучения проектированию АСНИ. Общие принципы построения. /КуАИ. -Куйбышев. -1986. -С.58.

Подписано в печать 16.06.87. Формат 60x84<sup>1/2</sup>/16.

Бумага оберточная белая. Офсетная печать.

Усл.п.ч. 0,75 Уч.изд.л. 0,75 Тираж 50 экз.

Заказ № 350 Бесплатно.

г. Куйбышев, КуАИ, Ульяновская, 18

Участок оперативной полиграфии.