

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНЕЧНО-ЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ ГАММА-3

Степанов Михаил Федорович,
г. Саратов, Россия, mfstepanov@mail.ru

Степанов Андрей Михайлович,
г. Саратов, Россия, ripkilobyte@gmail.com

Михайлова Любовь Сергеевна,
г. Электросталь, Россия, lsmixx@rambler.ru

Пименова Ольга Николаевна,
г. Саратов, Россия

Аннотация. Рассматриваются средства реализации алгоритмов автоматического управления в среде ГАММА-3 и их применение для разработки программного обеспечения конечно-частотной идентификации. Традиционные методы построения систем автоматического управления в качестве исходных данных в самом общем случае используют модель объекта управления, модель внешней среды и требования цели управления. Обобщая, можно выделить два основных способа построения математических моделей: 1) анализ конструктивных особенностей и запись уравнений на основе законов природы; 2) проведение экспериментов с исследуемым объектом, анализ экспериментальных данных и построение на их основе математической модели. Первый способ применим при наличии возможности анализа конструкции объекта. Однако при этом необходимо решить проблему выбора уровня детальности рассмотрения. Избыточный уровень детальности приводит к неоправданно большим моделям. В свою очередь, излишняя абстрагированность может приводить к неадекватным моделям. Второй способ базируется на аппроксимации поведения объекта исследования в типовых ситуациях. И здесь выделяются пассивная и активная идентификация. Пассивная идентификация использует для получения информации наблюдение за объектом в условиях его обычного функционирования. Однако в таких условиях не всегда можно получить достаточно информации для выявления всех особенностей поведения объекта. В режиме нормального функционирования многие из них просто не проявляются. В таком случае предпочтительным является применение активной идентификации. Использование испытательных сигналов позволяет получить достаточно информации об объекте в соответствующих режимах его функционирования. Однако остро встает проблема выбора вида испытательных сигналов и их параметров. Часто используются гармонические испытательные сигналы. Трудности их применения обусловлены необходимостью определения количества сигналов и их частот. Задачей данной работы является автоматизация частотной идентификации в рамках системы ГАММА-3. С этой целью разработан пакет программ на специализированном языке ГАММА. Его компоненты позволяют осуществить все этапы обработки экспериментальных данных. Используемое алгоритмическое обеспечение позволяет определять структуру и параметры модели идентифицируемого объекта. В том числе решается задача выбора параметров испытательных сигналов (количество, частоты, длительности). Для удобства получения и обработки экспериментальные данные размещаются в файлах. Рассмотрен пример решения задачи идентификации.

Ключевые слова: автоматизация решения задач, частотная идентификация, пакет программ.

Сведения об авторах: Степанов М.Ф., д.т.н., профессор Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.;
Степанов А.М., к.т.н., с.н.с. Института проблем точной механики и управления РАН;
Михайлова Л.С., к.т.н., доцент Электростальского политехнического института Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ);
Пименова О.Н., студентка Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Система ГАММА-3 [1] является развитием пакета ИНСТРУМЕНТ-3М-И [2]. Данный пакет предназначен, в основном, для решения непроцедурно поставленных задач. Входящая в состав интегрированной среды системы ИНСТРУМЕНТ-3М-И «Среда исследователя» предоставляет возможности создания моделей знаний, на основе которых «Среда инженера» позволяет решать задачи в непроцедурной постановке. Однако для решения типовых задач такие возможности не требуются, что и послужило мотивом создания системы ГАММА-3, сочетающей возможности решения как непроцедурно поставленных, так и типовых задач.

Основу системы ГАММА-3 составляют:

- Библиотека элементарных математических функций;
- Собственный язык программирования ГАММА;
- Интеллектуальная подсистема автоматического планирования решений непроцедурно поставленных задач, базирующаяся на использовании планирующих искусственных нейронных сетей.

Наличие библиотеки функций математики и собственного программного языка позволяют универсальную систему, обеспечивающую автоматизацию программирования различных математических методов. Проблемная ориентация системы достигается за счет: включения в ее состав пользовательских функций, автоматизирующих отдельные операции, входящие в состав процедур решения задач теории автоматического управления; введения в систему пакетов расширения, содержащий программы решения задач анализа, синтеза, идентификации и адаптивного управления; соответствующего наполнения базы знаний системы.

В состав системы ГАММА-3 включаются пакеты расширения, каждый из которых представляет собой набор специальных программ – директив. Особенности директивы:

- Директива представляет собой законченную самодокументирующуюся программу такую, что пользователь, не обладающий глубокими знаниями в теории автоматического управления, может с её помощью решить достаточно сложную задачу проектирования системы автоматического управления (САУ);
- Интерфейсы всех пакетов расширения и всех директив унифицированы, что значительно упрощает работу с системой. Ввод-вывод данных осуществляется на привычном для проектировщиков систем управления языке (в виде векторов, матриц, дифференциальных уравнений и т.д.);
- Структурно директива состоит из трёх частей: интерфейса, который обеспечивает ввод исходных данных в естественном виде; расчётной части; операций вывода результатов работы в протокол решения задачи;
- Директивы представляют собой программу на языке ГАММА. Расчётная часть директивы состоит из операций вызова математических функций, входящих в ядро системы и функций, написанных на языке ГАММА.

В настоящей работе рассматриваются средства для решения задач идентификации в системе ГАММА-3. За основу взяты алгоритмы, реализованные в пакете «Автоматика» [3]. Пакет «Автоматика» разработан в среде MATLAB и содержит 3 группы директив: синтез регуляторов, конечно-частотная идентификация, частотное адаптивное управление.

Директива идентификации предназначена для определения коэффициентов передаточной матрицы объекта с двумя входами и двумя выходами при известных амплитудах и частотах испытательных сигналов:

Процедура решения задачи конечно-частотной идентификации

Дан объект:

$$y(t) = W_u(s) \cdot u(t) + W_f(s) \cdot f(t) \quad (1)$$

где $y(t) \in R^r$ - r -мерный вектор измеряемых переменных;

$u(t) \in R^m$ - m -мерный вектор управления;

$f(t) \in R^\mu$ - μ -мерный вектор неизмеряемых внешних возмущений, для которых заданы границы возмущений $f_i^* \in R^\mu, (i = \overline{1,2})$ такие, что $|f_i(t)| < f_i^*, (i = \overline{1,2})$;

$W_u(s)$ - передаточная матрица объекта по управлению,

$W_f(s)$ - передаточная матрица объекта по внешнему возмущению.

Передаточные матрицы имеют вид:

$$W_u(s) = \begin{pmatrix} w_{11}(s) & w_{12}(s) \\ w_{21}(s) & w_{22}(s) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$$W_f(s) = \begin{pmatrix} w_{11f}(s) & w_{12f}(s) \\ w_{21f}(s) & w_{22f}(s) \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где

$$w_{11}(s) = \frac{k_{11}(s)}{d_{11}(s)} = \frac{k_{11}^{[\gamma_{11}]} s^{\gamma_{11}} + \dots + k_{11}^{[1]} s + k_{11}^{[0]}}{d_{11}^{[n_{11}]} s^{n_{11}} + \dots + d_{11}^{[1]} s + d_{11}^{[0]}}, \quad (4)$$

$$w_{12}(s) = \frac{k_{12}(s)}{d_{12}(s)} = \frac{k_{12}^{[\gamma_{12}]} s^{\gamma_{12}} + \dots + k_{12}^{[1]} s + k_{12}^{[0]}}{d_{12}^{[n_{12}]} s^{n_{12}} + \dots + d_{12}^{[1]} s + d_{12}^{[0]}},$$

$$w_{21}(s) = \frac{k_{21}(s)}{d_{21}(s)} = \frac{k_{21}^{[\gamma_{21}]} s^{\gamma_{21}} + \dots + k_{21}^{[1]} s + k_{21}^{[0]}}{d_{21}^{[n_{21}]} s^{n_{21}} + \dots + d_{21}^{[1]} s + d_{21}^{[0]}}, \quad (5)$$

$$w_{22}(s) = \frac{k_{22}(s)}{d_{22}(s)} = \frac{k_{22}^{[\gamma_{22}]} s^{\gamma_{22}} + \dots + k_{22}^{[1]} s + k_{22}^{[0]}}{d_{22}^{[n_{22}]} s^{n_{22}} + \dots + d_{22}^{[1]} s + d_{22}^{[0]}}.$$

Здесь $n_{11}, n_{12}, n_{21}, n_{22}$ и $\gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{21}, \gamma_{22}$ порядки полиномов знаменателей и числителей передаточной матрицы (2).

Коэффициенты этих передаточных функций неизвестные числа:

$$k_{11}^{[\gamma_{11}]}, \dots, k_{11}^{[0]}, k_{12}^{[\gamma_{12}]}, \dots, k_{12}^{[0]}, k_{21}^{[\gamma_{21}]}, \dots, k_{21}^{[0]}, k_{22}^{[\gamma_{22}]}, \dots, k_{22}^{[0]},$$

$d_{11}^{[n_{11}]}, \dots, d_{11}^{[0]}, d_{12}^{[n_{12}]}, \dots, d_{12}^{[0]}, d_{21}^{[n_{21}]}, \dots, d_{21}^{[0]}, d_{22}^{[n_{22}]}, \dots, d_{22}^{[0]}$ - коэффициенты соответствующих передаточных функций (4) и (5), подлежащие определению.

В результате директивной работы находятся коэффициентные оценки соответствующих передаточных функций.

Решение задачи сводится к нахождению неизвестных коэффициентов из частотных уравнений:

$$\sum_{\mu=1}^{\gamma_{11}} k_{11}^{[\mu-1]} (s_{11i})^{\mu-1} - (\alpha_{11}^{[i]} + j\beta_{11}^{[i]}) \sum_{\mu=0}^{n_{11}} d_{11}^{[\mu]} (s_{11i})^{[\mu]} = \alpha_{11}^{[i]} + j\beta_{11}^{[i]} \quad (6)$$

$$\sum_{\mu=1}^{\gamma_{12}} k_{12}^{[\mu-1]} (s_{12i})^{\mu-1} - (\alpha_{12}^{[j]} + j\beta_{12}^{[j]}) \sum_{\mu=0}^{n_{12}} d_{12}^{[\mu]} (s_{12i})^{[\mu]} = \alpha_{12}^{[j]} + j\beta_{12}^{[j]} \quad (7)$$

$$\sum_{\mu=1}^{\gamma_{21}} k_{21}^{[\mu-1]} (s_{21i})^{\mu-1} - (\alpha_{21}^{[q]} + j\beta_{21}^{[q]}) \sum_{\mu=0}^{n_{21}} d_{21}^{[\mu]} (s_{21i})^{[\mu]} = \alpha_{21}^{[q]} + j\beta_{21}^{[q]} \quad (8)$$

$$\sum_{\mu=1}^{\gamma_{22}} k_{22}^{[\mu-1]} (s_{22i})^{\mu-1} - (\alpha_{22}^{[p]} + j\beta_{22}^{[p]}) \sum_{\mu=0}^{n_{22}} d_{22}^{[\mu]} (s_{22i})^{[\mu]} = \alpha_{22}^{[p]} + j\beta_{22}^{[p]} \quad (9)$$

$$\text{где } s_{11i} = j\omega_{11i}, s_{12j} = j\omega_{12j}, s_{21q} = j\omega_{21q}, s_{22p} = j\omega_{22p},$$

$$\alpha_{11}^{[i]} = \operatorname{Re} w_{11i}(j\omega_{11i}), \quad \alpha_{12}^{[j]} = \operatorname{Re} w_{12j}(j\omega_{12j}), \quad \alpha_{21}^{[q]} = \operatorname{Re} w_{21q}(j\omega_{21q}),$$

$\alpha_{22}^{[p]} = \operatorname{Re} w_{22p}(j\omega_{22p})$ - действительные части частотных параметров соответствующих передаточных функций;

$\beta_{11}^{[i]} = \text{Im } w_{11i}(j\omega_{11i}), \quad \beta_{12}^{[j]} = \text{Im } w_{12j}(j\omega_{12j}), \quad \beta_{21}^{[q]} = \text{Im } w_{21q}(j\omega_{21q}),$
 $\beta_{22}^{[p]} = \text{Im } w_{22p}(j\omega_{22p})$ - мнимые части частотных параметров соответствующих передаточных функций;

$i = \overline{1, n_{11}}, j = \overline{1, n_{12}}, q = \overline{1, n_{21}}, p = \overline{1, n_{22}}$ - индексы соответствующих размерностей.

Для определения (идентификации) коэффициентов передаточной матрицы объекта используется метод частотных параметров.

Директива имеет следующую структуру:

<d123sumi4a>=<интерфейс><df123sumi4a>

<df123sumi4a>=<предварительные вычисления> <omm4> <dist> <lsim> <fdprpla1><freq><decren3>

Методика решения задачи конечно-частотной идентификации в системе ГАММА-3

1. Дан объект вида (1), необходимо найти оценки коэффициентов передаточной матрицы (2) в процессе его работы при постоянном воздействии внешнего возмущения.

2. Вначале решения задачи производится преобразование объекта (1) к форме Коши.

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + Mf(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases} \quad (10)$$

где $x(t) \in R^n$ - n -мерный вектор переменных состояния объекта; A, B, C, M - матрицы чисел соответствующих размеров. Оно необходимо для того, чтобы осуществлять моделирование объекта в форме Коши.

3. Формирование частот испытательных сигналов с помощью функции omm4. Далее формируются испытательные сигналы:

$$u_1(t) = \sum_{k=1}^{n_1} \rho_{1k} \sin(\omega_{1k}t), \quad (11)$$

$$u_2(t) = \sum_{k=1}^{n_2} \rho_{2k} \sin(\omega_{2k}t), \quad (12)$$

где n_1, n_2 — количество частот и амплитуд испытательного сигнала,

ρ_1, ρ_2 — вектора амплитуд испытательных сигналов.

4. Формирование внешнего возмущения, воздействующего на объект осуществляется функцией dist.

Внешнее возмущение $f(t)$, формируемое модулем dist может быть в виде ступенчатой или гармонической функции, с заданными параметрами, либо меандр с заданными амплитудой и длительностью перехода от положительных постоянных значений к отрицательным.

5. Моделирование процесса воздействия испытательных сигналов и внешнего возмущения на объект осуществляется модулем lsim.

Результатом выполнения модуля lsim являются функции выходов объекта $y_1(t), y_2(t)$ определенные на интервале $[0, N]$, где N -число интервалов дискретности h . Величина N задается путем задания числа периодов фильтрации P_τ минимальной из частот испытательного сигналов.

6. В качестве программы для определения частотных параметров выступает функция fdprpla1, которая для заданной частотной передаточной функции объекта, используя пары $y_1(t), u_1(t), y_2(t), u_1(t), y_1(t), u_2(t), y_2(t), u_2(t)$ определенные на интервале $[0, N]$, где N — число интервалов дискретности, находит их частотные параметры.

$$\alpha_{ij} = \frac{\alpha_{yij}\alpha_{uij} + \beta_{yij}\beta_{uij}}{\alpha_u^2 + \beta_u^2} \quad (13)$$

$$\beta_{ij} = \frac{\alpha_{uij}\beta_{yij} - \alpha_{yij}\beta_{uij}}{\alpha_u^2 + \beta_u^2} \quad (14)$$

где α_y, β_y — результаты преобразования Фурье по выходным сигналам,
 α_u, β_u — результаты преобразования Фурье по входным сигналам.

7. На следующем этапе процедуры, используя частотные параметры, с помощью модуля freq находятся посредством решения частотных уравнений (6), (7), (8), (9) коэффициенты передаточной матрицы объекта (2).

8. На заключительном этапе процедуры с помощью функции dstep осуществляется понижение порядков полиномов числителей передаточных функций, составляющих передаточную матрицу объекта.

На этом решение задачи завершается.

Модули (функции) директивы идентификации разработаны на языке ГАММА с использованием встроенных функций, включенных в ядро системы. В последней версии системы перечень этих функций существенно расширен, что обеспечивает более высокий уровень автоматизации программирования. Перечень основных модулей рассматриваемой директивы приведен в таблице 1.

Фрагмент исходного текста директивы на языке ГАММА в редакторе кода системы ГАММА-3 представлен на рис.1.

График процесса моделирования объекта при подаче на вход испытательного сигнала представлен на рис.2.

```

function [vkd1, vdd1, vkd2, vdd2, vkd3, vdd3, vkd4, vdd4, vkd5, vdd5, vkd6, vdd6, vkd7, vdd7, vkd8, vdd8, vkd9, vdd9, vkd10, vdd10, vkd11, vdd11, vkd12, vdd12, vkd13, vdd13, vkd14, vdd14, vkd15, vdd15, vkd16, vdd16, vkd17, vdd17, vkd18, vdd18, vkd19, vdd19, vkd20, vdd20, vkd21, vdd21, vkd22, vdd22, vkd23, vdd23, vkd24, vdd24, vkd25, vdd25, vkd26, vdd26, vkd27, vdd27, vkd28, vdd28, vkd29, vdd29, vkd30, vdd30, vkd31, vdd31, vkd32, vdd32, vkd33, vdd33, vkd34, vdd34, vkd35, vdd35, vkd36, vdd36, vkd37, vdd37, vkd38, vdd38, vkd39, vdd39, vkd40, vdd40, vkd41, vdd41, vkd42, vdd42, vkd43, vdd43, vkd44, vdd44, vkd45, vdd45, vkd46, vdd46, vkd47, vdd47, vkd48, vdd48, vkd49, vdd49, vkd50, vdd50, vkd51, vdd51, vkd52, vdd52, vkd53, vdd53, vkd54, vdd54, vkd55, vdd55, vkd56, vdd56, vkd57, vdd57, vkd58, vdd58, vkd59, vdd59, vkd60, vdd60, vkd61, vdd61, vkd62, vdd62, vkd63, vdd63, vkd64, vdd64, vkd65, vdd65, vkd66, vdd66, vkd67, vdd67, vkd68, vdd68, vkd69, vdd69, vkd70, vdd70, vkd71, vdd71, vkd72, vdd72, vkd73, vdd73, vkd74, vdd74, vkd75, vdd75, vkd76, vdd76, vkd77, vdd77, vkd78, vdd78, vkd79, vdd79, vkd80, vdd80, vkd81, vdd81, vkd82, vdd82, vkd83, vdd83, vkd84, vdd84, vkd85, vdd85, vkd86, vdd86, vkd87, vdd87, vkd88, vdd88, vkd89, vdd89, vkd90, vdd90, vkd91, vdd91, vkd92, vdd92, vkd93, vdd93, vkd94, vdd94, vkd95, vdd95, vkd96, vdd96, vkd97, vdd97, vkd98, vdd98, vkd99, vdd99, vkd100, vdd100] = d123sum1(a, h, B, C, D, dbp1, dbp2, dbp3, dbp4, dbp5, dbp6, dbp7, dbp8, dbp9, dbp10, dbp11, dbp12, dbp13, dbp14, dbp15, dbp16, dbp17, dbp18, dbp19, dbp20, dbp21, dbp22, dbp23, dbp24, dbp25, dbp26, dbp27, dbp28, dbp29, dbp30, dbp31, dbp32, dbp33, dbp34, dbp35, dbp36, dbp37, dbp38, dbp39, dbp40, dbp41, dbp42, dbp43, dbp44, dbp45, dbp46, dbp47, dbp48, dbp49, dbp50, dbp51, dbp52, dbp53, dbp54, dbp55, dbp56, dbp57, dbp58, dbp59, dbp60, dbp61, dbp62, dbp63, dbp64, dbp65, dbp66, dbp67, dbp68, dbp69, dbp70, dbp71, dbp72, dbp73, dbp74, dbp75, dbp76, dbp77, dbp78, dbp79, dbp80, dbp81, dbp82, dbp83, dbp84, dbp85, dbp86, dbp87, dbp88, dbp89, dbp90, dbp91, dbp92, dbp93, dbp94, dbp95, dbp96, dbp97, dbp98, dbp99, dbp100);
oma=[oma1, oma2];
[oma1]=oma1_g(oma, h);
o2=oma1(1,2);
o3=oma1(1,3);
o4=oma1(1,4);
o5=oma1(1,5);
o6=oma1(1,6);
o7=oma1(1,7);
o8=oma1(1,8);
o9=oma1(1,9);
o10=oma1(1,10);
o11=oma1(1,11);
o12=oma1(1,12);
o13=oma1(1,13);
o14=oma1(1,14);
o15=oma1(1,15);
o16=oma1(1,16);
o17=oma1(1,17);
o18=oma1(1,18);
o19=oma1(1,19);
o20=oma1(1,20);
o21=oma1(1,21);
o22=oma1(1,22);
o23=oma1(1,23);
o24=oma1(1,24);
o25=oma1(1,25);
o26=oma1(1,26);
o27=oma1(1,27);
o28=oma1(1,28);
o29=oma1(1,29);
o30=oma1(1,30);
o31=oma1(1,31);
o32=oma1(1,32);
o33=oma1(1,33);
o34=oma1(1,34);
o35=oma1(1,35);
o36=oma1(1,36);
o37=oma1(1,37);
o38=oma1(1,38);
o39=oma1(1,39);
o40=oma1(1,40);
o41=oma1(1,41);
o42=oma1(1,42);
o43=oma1(1,43);
o44=oma1(1,44);
o45=oma1(1,45);
o46=oma1(1,46);
o47=oma1(1,47);
o48=oma1(1,48);
o49=oma1(1,49);
o50=oma1(1,50);
o51=oma1(1,51);
o52=oma1(1,52);
o53=oma1(1,53);
o54=oma1(1,54);
o55=oma1(1,55);
o56=oma1(1,56);
o57=oma1(1,57);
o58=oma1(1,58);
o59=oma1(1,59);
o60=oma1(1,60);
o61=oma1(1,61);
o62=oma1(1,62);
o63=oma1(1,63);
o64=oma1(1,64);
o65=oma1(1,65);
o66=oma1(1,66);
o67=oma1(1,67);
o68=oma1(1,68);
o69=oma1(1,69);
o70=oma1(1,70);
o71=oma1(1,71);
o72=oma1(1,72);
o73=oma1(1,73);
o74=oma1(1,74);
o75=oma1(1,75);
o76=oma1(1,76);
o77=oma1(1,77);
o78=oma1(1,78);
o79=oma1(1,79);
o80=oma1(1,80);
o81=oma1(1,81);
o82=oma1(1,82);
o83=oma1(1,83);
o84=oma1(1,84);
o85=oma1(1,85);
o86=oma1(1,86);
o87=oma1(1,87);
o88=oma1(1,88);
o89=oma1(1,89);
o90=oma1(1,90);
o91=oma1(1,91);
o92=oma1(1,92);
o93=oma1(1,93);
o94=oma1(1,94);
o95=oma1(1,95);
o96=oma1(1,96);
o97=oma1(1,97);
o98=oma1(1,98);
o99=oma1(1,99);
o100=oma1(1,100);
p12=2*pi;
Tbase=p12/o1;
Tstep=h;
IT=Ibase/Tstep;
fct=exp(IT);
N=Ibase*fct;
N0=Ibase*fct;
np1=[dbp1, dbp2];
cp1=np1';
np1=max(cp1);
np2=[dbp3, dbp4];
cp2=np2';
np2=max(cp2);
Iint=Istep*N;
Tend= Tbegin+Tint;
[ti]=d123sum1(Ibegin, Tstep, Tend);
nt=length(ti);
nt1=nt;
ome=1;
for q=1:nt1
    
```

Рис.1. Фрагмент текста директивы идентификации на языке ГАММА

Приведенный пример автоматизации решения задачи в системе ГАММА-3 иллюстрирует возможность построения эффективных проектных процедур. Эффективность достигается за счет включения в состав процедур как чисто вычислительных, так и интерактивных операций. Это позволяет строго формализованные, а, следовательно, допускающие эффективную реализацию проектные операции выполнять в виде чисто вычислительных операций.

Таблица 1

Основные модули директивы

Имя модуля	Назначение модуля	Синтаксис
omm4	Пересчет вектора испытательных частот, кратных интервалу дискретности	[om] = omm4(om,h)
c2d	Приведение модели в форме Коши к дискретной форме	[Ad, Bd, Cd, Dd] = c2d(A,B,C,D,h)
lsim	Моделирование объекта, заданного в дискретной форме Коши	[y1,x1] = lsim(Ad,Bd,Cd,Dd,u,x0)
fdppla1	Вычисление оценок частотных параметров объекта	[valf,vbet]=fdppla1(y,u,om,np,h,N,N0)
freq	Решение идентификационных частотных уравнений	[vk,vd] = freq(valf,vbet,np,om)
decren3	Понижение порядка числителя передаточной функции объекта	[vkd] = decren3(vk,mden)
dist	Формирование вектора внешнего возмущения	[fun] = dist(par, t, flag)

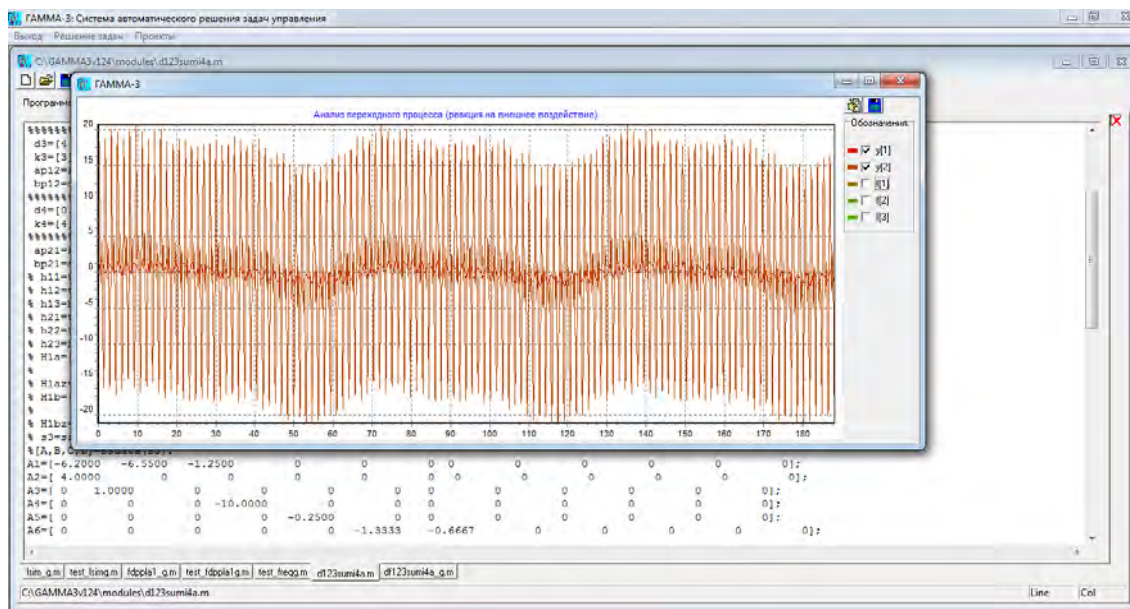


Рис.2. Моделирование процесса идентификации в системе ГАММА-3

С другой стороны, слабо формализованные проектные операции требуют привлечения неформализованных знаний проектировщиков, что удобно реализовать в виде интерактивных операций. Разумное сочетание вычислительных и интерактивных операций позволяет реализовать эффективные проектные процедуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 15-07-99684-а).

Литература

1. Александров А.Г. Система ГАММА-3 и ее применение / А.Г.Александров, Л.С.Михайлова, М.Ф.Степанов // Автоматика и телемеханика, 2011, № 10. С. 19 – 27

2. Степанов М.Ф. Анализ и синтез систем автоматического управления в программной среде „ИНСТРУМЕНТ-3М-И“ // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2004. Т.47. №6. С. 27-30.

3. Александров А. Г., Шатов Д.В. Пакет "Автоматика": расширение возможностей // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2012). Труды 12-й международной конференции. Под ред. Е.И. Артамонова. - М.: Институт проблем управления РАН. Изд-во ООО «АНАЛИТИК», 2012. С. 41-46.

AUTOMATION OF FINITE-FREQUENCY IDENTIFICATION OF COMPLEX PLANTS IN SYSTEM GAMMA-3

Stepanov Mikhail Fedorovitch,
Saratov, Russia, mfstepanov@mail.ru

Stepanov Andrew Mikhailovitch,
Saratov, Russia, ripkilobyte@gmail.com

Mikhailova Lubov Sergeevna,
Electrostal, Russia, lsmixx@rambler.ru

Pimenova Olga Nikilaevna,
Saratov, Russia

Abstract. The facilities for development of algorithm of automatic control in the system GAMMA-3 are proposed. The application of GAMMA-3 for development of software for finite-frequency identification is described. Traditional methods of construction of systems of automatic control as initial data in the most general case use model of plant, model of an environment and the requirement of the purpose of control. It is possible to allocate two basic ways of construction of mathematical models: 1) the analysis of design features and record of the equations on the basis of laws of the nature; 2) executing of experiments with researched plant, the analysis of experimental data and construction on their basis of mathematical model. The first way we shall apply at presence of an opportunity of the analysis of a plant's design. However thus it is necessary to solve a problem of a choice of a level of detail of consideration. Excessively deep level of considerations detail leads to superfluously greater models. In turn, too high level of abstraction can lead to inadequate models. The second way is based on approximation of behavior of researched plant in typical situations. Are known passive and active identification. Passive identification uses for reception of the information supervision over plant in conditions of its usual functioning. However in such conditions not always it is possible to receive enough information for revealing all features of behaviors of plant. In a mode of normal functioning, many of them are not found out. In that case is preferable using of active identification. Use of test signals allows to receive enough information on plant in corresponding modes of its functioning. However sharply there is a problem of a choice of a kind of test signals and their parameters. Harmonious test signals are often used. Difficulties of their application are caused by necessity of definition of quantity of signals and their frequencies. Task of the given work is automation of finite-frequency identification within the system GAMMA-3. With this purpose the software package in specialized language "GAMMA" is developed. His components allow carrying out all stages of processing of experimental data. Used algorithmic maintenance allows defining structure and parameters of model of identified plant. Including the problem of a choice of parameters of test signals (quantity, frequencies and duration) is solved. For convenience of reception and processing experimental data are placed in files. The example of the decision of a task of identification is considered.

Keywords: Intellectual control systems, automation of the decision of the tasks, the automated system of modeling, coordination of control.

References

1. A.G.Aleksandrov, L.S.Mikhailova and M.F.Stepanov. GAMMA-3 System and Its Application // Automation and Remote Control, Pleiades Publishing, Ltd., 2011, Vol.72, No.10, pp.2023–2030.
2. Stepanov M.F. Analis i sintez system avtomaticheskogo upravleniya v programnoy srede "INSTRUMENT-3m-I" // Izvestiya vysshich uchebnykh zavedenii. Priborostroenie. 2004. T.47. №6. Pp. 27-30. (In Russian)
3. Aleksandrov A.G., Shatov D.V. Paket "Avtomatika": rasshirenie vozmozhnostey // Systemy proektirovaniya, technologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravleniya etapami zhiznennogo zikla promyshlennogo produkta (CAD/CAM/PDM-2012). Trudy 12 mezhdunarodnoy konferencii. Pod red. E.I.Artamonova. - Moskva: Institut problem upravleniya RAN. Izdatelstvo OOO «ANALITIK», 2012. Pp. 41-46. (In Russian)

Information about authors:

Stepanov M.F., D.S., professor, Yuri Gagarin state technical university of Saratov;

Stepanov A.M., PhD, The senior scientific employee, Institute of problems of exact mechanics and control of the Russian Academy of Science;

Mikhailova L.S., PhD, senior lecturer, Electrosteel polytechnical institute of the Moscow state machine-building university (MSMU);

Pimenova O.N., student, Yuri Gagarin state technical university of Saratov.