

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РЕШАТЕЛЯ «ИНСТРУМЕНТ-ЗМ-И» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

А.Г.Александров¹⁾, Л.С.Михайлова¹⁾, М.Ф.Степанов²⁾

¹⁾Россия, Москва, ИПУ РАН, ²⁾Саратов, СГТУ
¹⁾alex7@ipu.rssi.ru ²⁾mfstepanov@mail.ru

Актуальность проблемы автоматизации проектирования систем автоматического управления (САУ) возрастает с развитием теории автоматического управления (ТАУ), созданием более совершенных методов, включающих все более сложные, но рутинные вычислительные процедуры. Поэтому инженерам-проектировщикам САУ необходимы средства, помогающие спланировать и выполнить вычисления по решению конкретной задачи, не отвлекая его от выполнения творческих функций. Такие возможности предоставляет программное средство ИНСТРУМЕНТ-ЗМ-И [1]. Его открытость позволяет пользователям расширять классы решаемых задач без помощи разработчика программного средства.

В данной работе рассматриваются задачи частотной идентификации (построение линейной модели объекта управления по известным входам и выходам при неизвестных ограниченных возмущениях).

Программное обеспечение для частотной идентификации непрерывной модели было ранее создано в среде ГАММА-2РС [2]. Однако его модернизация, например, построение программы для идентификации дискретной модели, потребует изменения плана решения задачи. Система ГАММА-2РС не является интеллектуальным решателем, и любые изменения в планах решения задач вносятся исследователем.

В системе ИНСТРУМЕНТ-ЗМ-И принято декларативно-процедуральное представление знаний о методах решения задач предметной области. Декларативно в виде модели множества формализованных задач ТАУ описываются понятия, их атрибуты, связи между ними, задаваемые с помощью операций и отношений. Реализация операций и отношений задается процедурально в виде программных модулей.

Описание операций включает следующие атрибуты: условия применимости, исходные данные, формируемые результаты, требования к результатам, имя программного модуля, имя библиотеки динамической загрузки, содержащей программный модуль.

Для задачи частотной идентификации базовая модель множества формализованных задач ТАУ была пополнена следующими элементами:

В предмет «Модель объекта управления» были добавлены:

- *характеристики*: "Начальные значения для моделирования объекта", "Параметры дискретизации", "Массив значений комплексно-

го вектора", "Результаты моделирования объекта с испытательным воздействием", "Оценки частотных параметров объекта (комплексный вектор)", "Результаты моделирования объекта без испытательного воздействия".

- *формы*: "Массив измеренных значений выхода объекта управления", "Частотные параметры передаточной функции объекта управления", "Частотная матрица объекта управления", "Частотные параметры дискретного объекта (комплексный вектор)", "Модель ОУ в форме "вход-выход" по измеряемым переменным, записанная по постоянным времени", "Идентифицированная модель ОУ в форме "вход-выход" по измеряемым переменным".

Программные модули, реализующие необходимые для решения задачи частотной идентификации операции ранее были разработаны для системы ГАММА-2РС. В системе ИНСТРУМЕНТ-3м-И подключаемые модули должны удовлетворять определенным требованиям. Однако в связи со сложностью операций частотной идентификации было решено оставить их прежнюю реализацию без изменений. Были разработаны модули-посредники, осуществляющие связь с системой ИНСТРУМЕНТ-3м-И, формирование данных в формате подключаемых модулей системы ГАММА-2РС, их вызов и передачу результирующих данных в систему ИНСТРУМЕНТ-3м-И. В ходе разработки в целях упрощения были использованы шаблоны модулей-посредников, входящие в комплект системы ИНСТРУМЕНТ-3м-И. На основе этих шаблонов были разработаны модули-посредники, с помощью которых подключены следующие операции (модули): «Начальное преобразование исходных данных для частотной идентификации», «Вычисление значения передаточной функции объекта», «Приведение модели непрерывного объекта в форме "вход-выход" к дискретной форме Коши», «Вычисление частотных параметров дискретного объекта», «Запись передаточной функции непрерывного объекта по постоянным времени», «Моделирование объекта без испытательного воздействия», «Моделирование объекта с испытательным воздействием», «Фильтр Фурье», «Решение частотных уравнений», «Формирование оценок степеней полиномов знаменателя и числителя объекта».

В итоге инженер-проектировщик может непроцедурно поставить задачу идентификации модели объекта управления посредством указания атрибутов задачи (осуществляется выбором из списков соответствующих элементов модели знаний). В данном случае в требуемых результатах задачи указывается:

- "Идентифицированная модель ОУ в форме "вход-выход" по измеряемым переменным".

При этом атрибут задачи «исходные данные» пользователем не указывается, а формируется автоматически на основе ранее введенных математических моделей известных компонентов проектируемой САУ. В данном случае:

- «Возмущения внешние гармонические»,
- «Объект управления в форме “вход-выход” по регулируемым переменным»,
- «Испытательные воздействия гармонические»,
- «Параметры фильтрации».

Решение задачи осуществляется автоматически. При этом предварительно осуществляется планирование решения задачи решающей (планирующей) подсистемой, построенной на основе планирующих искусственных нейронных сетей [3]. Присущее им свойство массового параллелизма позволяет выполнить планирование действий, не создавая неприемлемых для диалогового режима задержек времени, характерных для традиционных систем автоматического доказательства теорем. Результат планирования действий по решению задачи представляется на проблемно-ориентированном языке ИНСТРУМЕНТ-ОП, поддерживающем стиль программирования, ориентированный на правила. Программы на этом языке предназначены для внутреннего представления планов решения задач и могут просматриваться пользователями лишь с целью ознакомления.

Результаты решения составляют искомую форму описания объекта управления. В данном случае это обыкновенные дифференциальные уравнения в форме «вход-выход», описывающие идентифицированную модель объекта управления. При этом математические модели всех компонентов проектируемой САУ отображаются в привычной для специалистов по автоматическому управлению матричной форме.

Результаты численного решения задачи идентификации совпали с результатами решения, полученными с помощью системы ГАММА-2РС.

Л и т е р а т у р а

1. Степанов М.Ф. Автоматическое решение задач теории автоматического управления // Вторая Международная конференция по проблемам управления. Избранные труды. В 2-х т. Т. 2.- М.: Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, 2003.- С.257-264

2. Михайлова Л.С., Баукова Н.Г. Директивы частотной идентификации в системе ГАММА-2РС // Труды Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» (SICPRO'2003). – М.: Институт проблем управления РАН, 2003. CD-ROM № ISBN 5-201-14948-0

3. Степанов М.Ф. Автоматическое решение задач теории автоматического управления на основе планирующих искусственных нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2003. № 3-4. С. 27 – 44.