

Особенности метрологического обеспечения при математическом моделировании, применяемом в летных испытаниях авиационной техники
Жизненный цикл формирования математической модели

Докладчик:
инженер ЦУКМииИС АО «ЛИИ им. М.М. Громова»
Дураев Сергей Сергеевич

Виды моделей, применяемых в испытаниях авиационной техники

Математические

Математическое представление реальности, один из вариантов модели как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе. Математическая модель предназначена предсказать поведение реального объекта, но всегда представляет собой ту или иную степень его идеализации.

Натурные

Опытные модели – это уменьшенные или увеличенные копии объектов. Их используют для исследования объекта и прогнозирования его будущих характеристик (например, опытная модель проектируемого автомобиля)

Полунатурные

Модель, в состав которой входят элементы реальной аппаратуры исследуемой системы. Включение реальной аппаратуры в контур моделирования сложных процессов позволяет уменьшить априорную неопределенность математического описания системы

Этапы математического моделирования	Особенности	Оценочная доля метрологического обеспечения
Постановка задачи моделирования	Постановка задачи на основании технического задания.	
Составление математического описания	Ранжирование входных параметров. Выдвижение гипотезы. Построение математической модели.	
Разработка алгоритма и реализация в виде программы	Разработка алгоритмов различной структуры и их реализация с помощью программных средств	70 %
Установление адекватности модели объекту	Оценка «погрешности неадекватности» Сертификация ПО	
Использование математической модели	Применение при ЛИ АТ	30 %

Постановка задачи на основании технического задания.

На этом этапе определяется, прежде всего, цель моделирования далее, исходя из цели определяется список входных и выходных величин

- обработки результатов лётного эксперимента с целью получения баз данных для полунатурного моделирования;
- проведения полунатурного моделирования с целью получения показателей эффективности объекта испытаний;
- проведение математического моделирования с целью преобразования результатов полунатурного моделирования для получения показателей эффективности объекта испытаний;
- проведение математического моделирования с целью получения баз данных для определения показателей достоверности результатов испытаний с использованием моделирования.

Составление математического описания

Ранжирование входных параметров

На этом этапе входные параметры разделяются по степени важности на значимые и второстепенные. Значимым называются параметры, изменение которых существенно влияет на выходные величины именно их и учитывают в модели. Второстепенными называются параметры, изменение которых практически не влияет на выходные величины, эти параметры в модели не учитываются

Выдвижение гипотезы

Гипотеза – это предположение, основанное на небольшом количестве опытных данных, наблюдений или догадок. На этом этапе выдвигаются гипотезы о строении, свойствах, поведении, функционировании изучаемой системы или явления. Изучение модели должно подтвердить или опровергнуть гипотезу

Построение математической модели

На этом этапе выполняются следующие действия:

- Определяется набор постоянных величин (констант), которые характеризуют сам моделируемый объект и его составные части. Это статические параметры модели;
- Определяется набор переменных величин, изменение значений которых меняет структуру или поведение модели, это динамические или управляющие параметры модели;
- Составляются формулы и алгоритмы, связывающие величины в каждом из состояний моделируемого объекта;
- Составляются формулы и алгоритмы, описывающие процесс смены состояний моделируемого объекта. Выдвинутая ранее гипотеза тоже записывается в терминах матмодели.
- Составления алгоритма для нахождения решения модели

Разработка алгоритма и реализация в виде программы

На данном этапе помимо разработки необходимо учесть следующие метрологические требования к ПО:

- влияние ПО на метрологические характеристики;
- при необходимости разделение на метрологически значимую и метрологически незначимую части ПО;
- влияние на ПО через интерфейс пользователя или через интерфейс связи;
- защита ПО и данных;
- защита от преднамеренных изменений ПО;
- взаимодействие между метрологически значимыми и незначимыми частями ПО.
- Степень унификации, совместимости сопрягаемого программного обеспечения

Установление адекватности модели объекту

Установление адекватности модели объекту

Методам оценки «погрешности неадекватности» посвящена рекомендация Р 50.2.004-2000. ГСП. Определение характеристик математических моделей зависимости между физическими величинами при решении измерительной задачи.

Оценка «погрешности неадекватности», которая определяется как разность расчетного значения физической величины, рассматриваемого в качестве переменной математической модели объекта измерений, и результата ее независимого измерения в соответствующих расчету условиях.

Данная характеристика позволяет подтвердить соответствие в том числе метрологическое виртуальной математической модели результатам полученным в летных испытаниях ЛА

Сертификация ПО

Исследование (тестирование) ПО с целью определения и/или оценки его характеристик и установлением их соответствия предъявляемым к ним требованиям с последующей регистрацией полученных результатов исследования, отраженных в свидетельстве (сертификате) (с указанием использованных методов исследования).

Выводы

ОАК в 2018 году разрабатывался проект «Внедрение нормативной базы по методам подтверждения соответствия АТ транспортной категории требованиям норм летной годности средствами математического моделирования».

Особенностью данного проекта является разработка программно-выполненных математических моделей как составные части образца.

Данный проект позволил оценочно уменьшить объем летных испытаний на 15 %-20 %.

На основании выполненных работ был сделан вывод, что моделирование должно предусматриваться отдельными разделами программы испытаний и входить в сферу государственного регулирования.

Таким образом для программного обеспечения, применяемого в летных испытаниях авиационной техники в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, необходимо рассмотреть возможность разработки нормативно-технических документов в области метрологического обеспечения при математическом моделировании испытаний АТ.