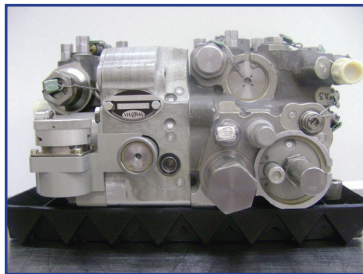


# ОАО «Авиационное оборудование» разработало систему управления агрегатом дозирования топлива для газотурбинного двигателя



АДТ

ОАО «Авиационное оборудование» является разработчиком программного обеспечения (ПО) электронных блоков электронно-цифровых систем управления двигателями (ЭСУД) с полной ответственностью типа FADEC (англ. Full Authority Digital Engine Control system), позволяющим удовлетворить разнообразные требования разработчиков двигателей и самолетов к электронным системам управления двигателями.

Современные авиадвигатели являются сложнейшими техническими устройствами, включающими в себя большое количество систем управления. Разработка, исследования и настройка этих систем является трудо- и ресурсным процессом, который, кроме того, должен удовлетворять требованиям стандарта КТ-178. Специалистами Управления САУ департамента МГТД было принято решение внедрить методологию Модельно-ориентированного проектирования для ускорения процессов моделирования таких систем управления.

## Вызов

В ходе проектирования систем управления турбовального газотурбинного двигателя было необходимо разработать подсистему управления агрегатом дозирования топлива (АДТ). Для разработки системы управления также было необходимо создать модель АДТ. Создание модели при помощи высокоуровневых языков программирования было затруднительным, из-за долгого процесса кодирования и отладки модели.

## Решение

Было принято решение использовать методологию модельно-ориентированного проектирования (МОП) для моделирования как ОУ (АДТ), так и синтеза системы управления. Производитель АДТ предоставляет комплект документации, в котором указаны различные характеристики изделия, в том числе и передаточная характеристика.

Сначала, с использованием заданной передаточной характеристики, в среде Simulink



Газотурбинный двигатель

была создана модель АДТ. По результатам анализа переходной характеристики было принято решение использовать для управления АДТ ПИД-регулятор.

ПИД-регулятор был смоделирован при помощи блока "PID Controller". Таким образом, была получена системная математическая модель. В отличие от моделей, созданных при помощи высокоуровневых языков программирования, модель, созданная в среде Simulink, была более наглядной и управляемой и была создана за существенно меньшее время.

Теперь следовало настроить ПИД-регулятор и оценить качество управления. Настройка ПИД-регулятора осуществлялась при помощи Simulink Control Design в интерактивном режиме. При получении результатов, представлявших интерес для проверки, запускалась симуляция системной модели. Для оценки качества полученного управления была создана подсистема визуализации и анализа результатов симуляции. Это позволило наглядно представить реакцию системы в целом на изменение параметров ПИД-регулятора. Когда были получены необходимые параметры ПИД-регулятора, в модель АДТ были добавлены нелинейные элементы для уточнения модели. После этого была запущена симуляция, и реакция системы была оценена и сравнена с реакцией идеализированной системы. Оказалось, что качество управления осталось практически неизменным.

## Проблема

- Разработка модели агрегата дозирования топлива и системы управления им занимает много времени
- Настройка ПИД-регулятора СУ и оценка корректности подобранных параметров осуществлялась вручную

## Решение

- Использовать Simulink для создания модели агрегата дозирования топлива и системы управления
- Запускать симуляцию для оценки качества управления
- Использовать Simulink Control Design для интерактивной настройки ПИД-регулятора

## Результаты

- Снижение трудозатрат 3 раза
- Достижение высокого качества решения задач
- Возможность автоматизированной двунаправленной трассировки исходных данных

По выполнении основной части разработки требовалось разработать документацию на созданную систему управления, содержащую, в том числе, параметры настроенного ПИД-регулятора. Для ускорения создания документации был использован Simulink Report Generator. Был создан шаблон отчета и выполнено построение отчета в автоматизированном режиме.

После получения работающей системы управления был поставлен эксперимент применения регулятора с нечеткой логикой вместо ПИД-регулятора с целью оценки возможности применения нечеткой логики для решения задач управления, возникающих при выполнении задач управления САУ. Регулятор с нечеткой логикой был создан с помощью Fuzzy Logic Toolbox. Полученные результаты показали, что применение нечеткой логики возможно рассматривать как перспективное направление.

## Результаты

### Снижение трудозатрат не менее, чем в 3 раза

«Использование инструментов MathWorks (MATLAB-Simulink) и применение метода МОП дает не менее чем 3-х кратную экономию трудозатрат»

Главный специалист Управления САУ  
АО «Авиационное оборудование»  
Сумачев А.М.

### Достижение высокого качества решения задач

«Достигнута абсолютная погрешность отработки регулятором сигналов управления не более 0,3%»

Главный специалист Управления САУ  
АО «Авиационное оборудование»  
Сумачев А.М.

“

«Использование инструментов The MathWorks (MATLAB/Simulink) и применение метода МОП дает не менее чем 3-х кратную экономию трудозатрат.»

Сумачев А. М.

”

### Возможность автоматизированной двунаправленной трассировки исходных данных

Целесообразно продолжить работу с целью оценки эффективности применения инструментов MathWorks (MATLAB-Simulink) для решения задач генерации и верификации исходного кода.

Главный специалист Управления САУ  
АО «Авиационное оборудование»  
Сумачев А.М.

## Продукты

- [MATLAB](#)
- [Simulink](#)
- [Stateflow](#)
- [MATLAB Report Generator](#)
- [Simulink Report Generator](#)
- [Simulink Control Design](#)
- [Control System Toolbox](#)
- [Fuzzy Logic Toolbox](#)

## Дополнительная информация и контакты

Информация о продуктах  
[matlab.ru/products](http://matlab.ru/products)

Пробная версия  
[matlab.ru/trial](http://matlab.ru/trial)

Запрос цены  
[matlab.ru/price](http://matlab.ru/price)

Техническая поддержка  
[matlab.ru/support](http://matlab.ru/support)

Тренинги  
[matlab.ru/training](http://matlab.ru/training)

Контакты  
[matlab.ru](http://matlab.ru)

E-mail: [matlab@sl-matlab.ru](mailto:matlab@sl-matlab.ru)  
Тел.: +7 (495) 232-00-23, доб. 0609  
Адрес: 115114 Москва,  
Дербеневская наб., д. 7, стр. 8

