

**А.Б. Петроченков, Б.В. Кавалеров, К.А. Один,  
В.А. Тарасов, Ю.К. Мусаева**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭЛЕКТРОДИН»  
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК**

*Описан программный комплекс «ЭлектроДин», предназначенный для совместного компьютерного моделирования газотурбинных установок (ГТУ) и электроэнергетических систем произвольной конфигурации и состава структурных элементов в установившихся и переходных режимах. Программный комплекс позволяет выполнять идентификацию модели ГТУ, осуществлять поиск оптимальной настройки параметров систем управления ГТУ.*

Представлен программный комплекс «ЭлектроДин», разработанный на кафедре микропроцессорных средств автоматизации ПНИПУ при поддержке субсидии в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 218 (проект «Создание высокотехнологичного производства для оказания услуг по испытаниям газотурбинных установок мощностью до 40 МВт на многоцелевом адаптивном экологичном стенде»).

**Описание программного комплекса**

Программный комплекс «ЭлектроДин» предназначен для совместного компьютерного моделирования ГТУ и электроэнергетических систем произвольной конфигурации, и состава структурных элементов в установившихся и переходных режимах.

Комплекс оснащен подсистемами для моделирования и идентификации электроэнергетических газотурбинных установок (ГТУ) совместно с электроэнергетической системой (ЭЭС) и настройки их систем автоматического управления (САУ).

Разработанная модель ЭЭС является структурно сложной моделью, построенной при использовании векторно-матричного подхода и принципа структурного моделирования [1].

Однако использование этой сложной модели требует значительных затрат времени, связанных с вычислительной мощностью компьютера. Например, характерный переходный процесс реальной продолжительностью 1 с для системы из шести параллельных энергоагрегатов и распределенной комплексной электрической нагрузки рассчитывается с помощью одноточечного метода Рунге–Кутты четвертого порядка за 2 мин на базе *Intel i5, 2.3 GHz* персонального компьютера.

Поэтому на базе данной сложной модели ЭЭС возможно создавать быстрорешаемые модели с нормированной погрешностью, которые и применяются в ПК «ЭлектроДин» при автоматической настройке систем управления ГТУ.

Более того, полученные быстрорешаемые модели позволят в перспективе выполнить их программную реализацию с использованием различных универсальных сред визуального моделирования (например, с помощью инструментального пакета *LabVIEW*), ориентированных на непосредственное использование в системах автоматизации [2].

Данный продукт разработан на языке программирования *Java*, имеет гибкую архитектуру на основе ряда библиотек и может использоваться как платформа для разработки комплексов различного назначения.

### **Функции ПК**

Программный комплекс состоит из двух независимых приложений – Конструктора схем (рис. 1) и Визуализатора моделирования (рис. 2–4).

Приложение Конструктор схем имеет в своем составе следующие функции:

- сбор электроэнергетических систем произвольной конфигурации и состава структурных элементов;
- редактирование параметров структурных элементов и их систем управления;

- формирование элементной базы (набора параметров) структурных элементов;
- написание собственных моделей газотурбинных установок и их систем управления;
- управление проектами схем (сохранение, открытие, закрытие, удаление);
- различные сервисные функции: работа с несколькими проектами одновременно, копирование элементов.

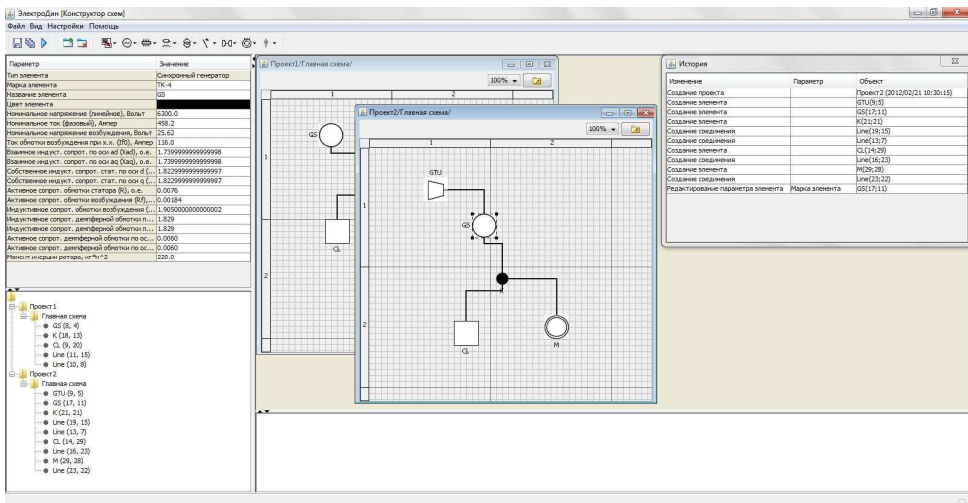


Рис. 1. Пользовательский интерфейс Конструктора схем

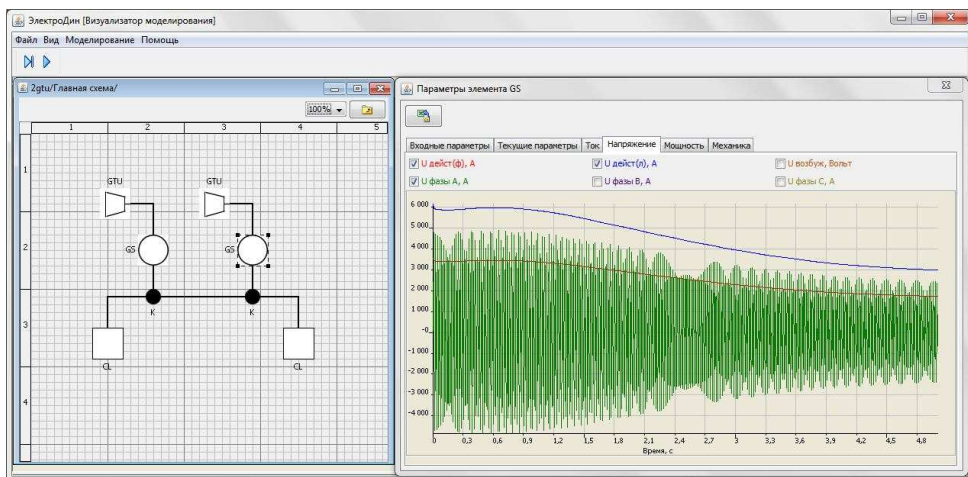


Рис. 2. Пользовательский интерфейс Визуализатора моделирования

Приложение Визуализатор моделирования имеет следующие функции:

- перенос проектов-схем из Конструктора схем;
- моделирование энергосистем в установившихся и переходных режимах (путем задания различных возмущений на элементах, замыкания/размыкания ключей);
- поиск оптимальной настройки систем управления энергетическими установками [3];
- идентификация моделей энергетических установок;
- построение быстрорешаемых моделей электроэнергетической системы;
- отображение результатов моделирования (текущие параметры, графики);
- формирование отчетов;
- управление проектами эксперимента (сохранение, открытие, закрытие, удаление).

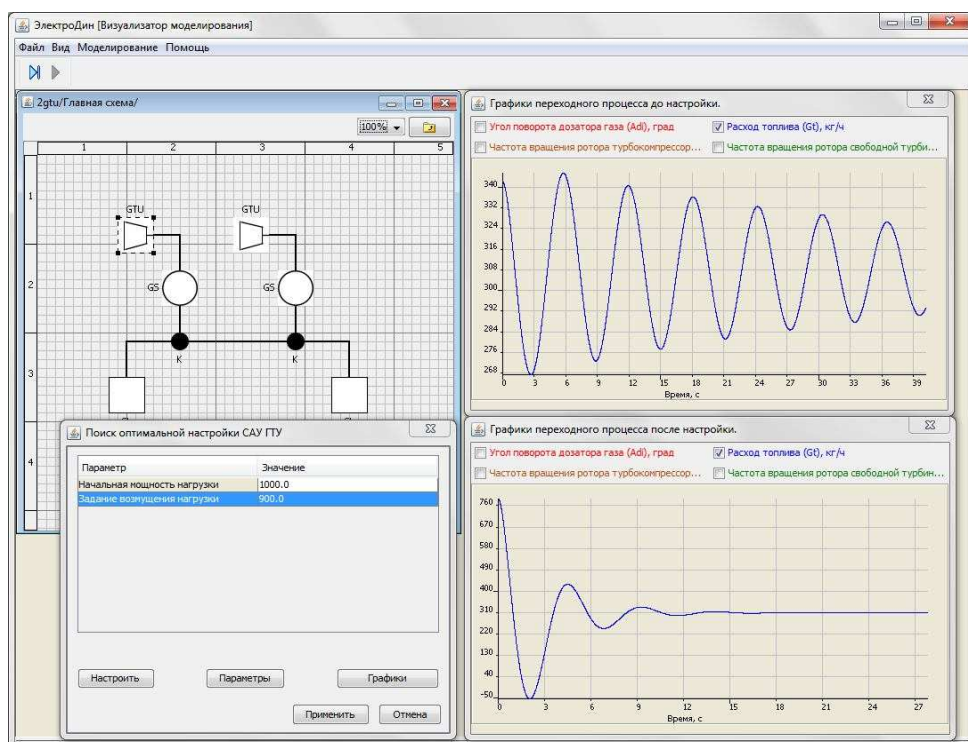


Рис. 3. Пользовательский интерфейс модуля настройки САУ в Визуализаторе моделирования

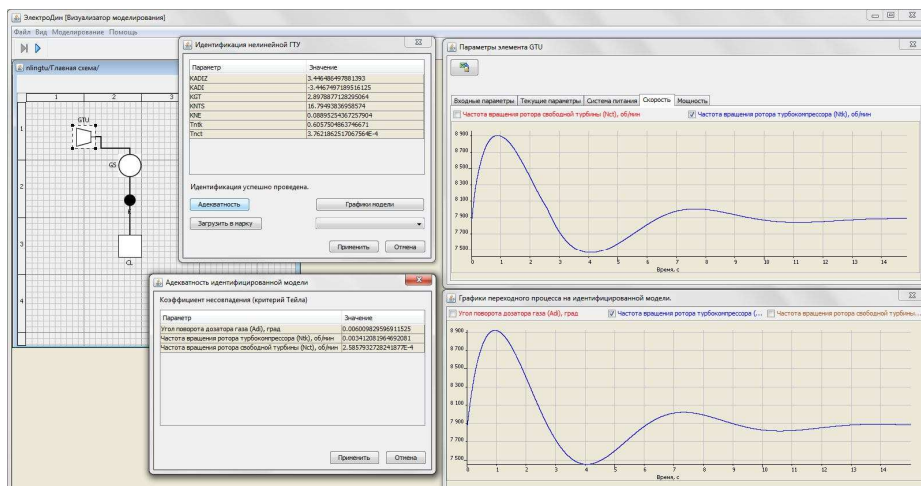


Рис. 4. Пользовательский интерфейс модуля идентификации ГТУ в Визуализаторе моделирования

## Заключение

В итоге ПМК «Электродин» может быть использован для автоматизации испытаний ГТУ, предварительного испытания и настройки САУ ГТУ во всех режимах работы электростанций (автономно, параллельно, на мощную сеть) на имитационной многорежимной модели электроэнергетической системы.

Данный проект впервые был представлен на Международном авиационно-космическом салоне «МАКС-2011», на XV Московском Международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед – 2012» получил золотую медаль.

## Библиографический список

1. Кавалеров Б.В. Математическое моделирование в задачах автоматизации испытаний систем управления энергетических газотурбинных установок // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 1. – С. 74–83.
2. Автоматизация процесса испытания авиационных ГТД на базе SCADA-системы LabView / Д.А. Ахмедзянов, Р.Р. Ямалиев, А.Е. Кишалов, А.В. Суханов // Известия УГАТУ. – Т.13, № 2 (35). – С. 61–68.
3. Оптимизация многомерных систем управления газотурбинных двигателей летательных аппаратов / А.А. Шевяков, Т.С. Мартянова, В.Ю. Рутковский [и др.]; под общ. ред. А.А. Шевякова и Т.С. Мартяновой. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.

Получено 05.09.2011