

# Динамическое имитационное моделирование системы возбуждения синхронных генераторов стационарных дизель-генераторных установок аварийного электроснабжения атомной станции

**В.В. Рожков<sup>1</sup>, К.К. Крутиков<sup>1</sup>, В.В. Федотов<sup>1</sup>, С.Г. Бутримов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленск, Смоленск, Россия

<sup>2</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция», Десногорск, Россия  
\**utmo@sbmpei.ru*

**Аннотация.** В статье средствами динамического имитационного моделирования MatLab произведено исследование систем возбуждения мощных синхронных генераторов стационарных дизель-генераторных установок, являющихся основными источниками аварийного электроснабжения атомных станций. Использована оптимальная по структурной сложности математическая модель синхронной машины в относительных единицах и ортогональной синхронной системе координат. Осуществлено комплексное моделирование дизель-генераторных установок с воспроизведением как динамики работы системы автоматического регулирования возбуждения синхронного генератора, так и системы управления дизельным двигателем. При моделировании учтены особенности пуска дизель-генератора для разгона синхронной машины, ее начального возбуждения от аккумуляторной батареи. Особый акцент сделан на исследование режимов самовозбуждения через трансформатор, подключенный к статорной цепи генератора, и тиристорный выпрямитель с обмоткой возбуждения в качестве нагрузки, а также на исследование параллельной работы с энергосистемой. В итоге промоделированы процессы пуска дизель-генераторной установки в режиме холостого хода, эффективного самовозбуждения, автономной работы генератора на холостом ходу, приложения нагрузки к генератору вплоть до значений допустимой перегрузки. Показана работа всех каналов системы управления, в том числе недоступных на практике сигналов регуляторов системы автоматического регулирования и механических переменных. Доказана адекватность разработанной модели сопоставлением с реальным физическим экспериментом при опробовании дизель-генератора на атомной станции. Продемонстрирована возможность использования разработанной в MatLab модели как виртуального полигона для испытаний дизель-генераторной установки и компьютерного тренажера для профильного инженерного персонала атомной станции.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, компьютерный тренажер, синхронный генератор, самовозбуждение генератора, нагрузка секций собственных нужд, тиристорный выпрямитель, регулятор, автономная работа, параллельная работа

**Для цитирования:** *Рожков В.В., Крутиков К.К., Федотов В.В., Бутримов С.Г.* Динамическое имитационное моделирование системы возбуждения синхронных генераторов стационарных дизель-генераторных установок аварийного электроснабжения атомной станции // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 1. С. 82–95. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-1-82-95

# Dynamic simulation modeling of the excitation system of synchronous generators of stationary diesel generator sets for emergency power supply of a nuclear power plant

V. Rozhkov<sup>1</sup>, K. Krutikov<sup>1</sup>, V. Fedotov<sup>1</sup>, S. Butrimov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

<sup>2</sup>Branch of the Rosenergoatom Concern Joint-Stock Company Smolensk Nuclear Power Plant, Desnogorsk, Russia  
\*umo@sbmpei.ru

**Abstract.** In the article, using MatLab dynamic simulation modeling, a study was made of the excitation systems of powerful synchronous generators of stationary diesel generator sets, which are the main sources of emergency power supply for nuclear power plants. The optimal structural complexity mathematical model of a synchronous machine in relative units and orthogonal synchronous coordinate system is used. A comprehensive simulation of diesel generator sets was carried out with the reproduction of both the dynamics of the automatic control system for excitation of a synchronous generator and the diesel engine control system. The simulation takes into account the features of starting a diesel generator to accelerate a synchronous machine, its initial excitation from a battery. Particular emphasis is placed on the study of self-excitation modes through a transformer connected to the stator circuit of the generator and a thyristor rectifier with an excitation winding as a load, as well as parallel operation with the power system. As a result, the processes of starting a diesel generator set in idle mode, effective self-excitation, autonomous operation of the generator at idle, and applying a load to the generator up to the values of permissible overload were simulated. The work of all channels of the control system is shown, including the signals of the regulators of the automatic control system and mechanical variables that are inaccessible in practice. The adequacy of the developed model is proved by comparison with a real physical experiment when testing a diesel generator at a nuclear power plant. The possibility of using the model developed in MatLab as a virtual test site for testing a diesel generator set and a computer simulator for specialized engineering personnel of a nuclear power plant is demonstrated.

**Keywords:** simulation modeling, computer simulator, synchronous generator, generator self-excitation, loading of auxiliary sections, thyristor rectifier, regulator, autonomous operation, parallel operation

**For citation:** Rozhkov V., Krutikov K., Fedotov V., Butrimov S. Dynamic simulation modeling of the excitation system of synchronous generators of stationary diesel generator sets for emergency power supply of a nuclear power plant. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.1, pp.82-95 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-1-82-95

## Введение

Системы возбуждения синхронных генераторов строятся по различным принципам – от совсем традиционных электромашинных и относительно современных статических тиристорных до ультрасовременных бесщеточных с высокочастотным ши-

роотно-импульсным управлением транзисторными преобразователями. Причем эти принципы часто связаны не только собственно с эпохой разработки и изготовления системы, а с необходимой мощностью генераторов, их назначением, вопросами надежности, сферой и отраслью применения.