

# Структурное моделирование существующих и усовершенствованных алгоритмов управления тиристорных переключающих устройств агрегатов бесперебойного питания собственных нужд атомных станций

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

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

<sup>2</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция», Десногорск, Россия  
\*[umo@sbmpei.ru](mailto:umo@sbmpei.ru)

**Аннотация.** В статье проводится анализ работы тиристорных автоматических переключающих устройств для агрегатов бесперебойного питания атомных станций. Они являются частью системы аварийного электроснабжения электрооборудования сети собственных нужд с номинальным напряжением 0,4 кВ. В такой системе надежного питания особо ответственных потребителей обязательно используются альтернативные сети и резервные источники. Обычно группы потребителей собственных нужд атомных станций запитаны от инверторной сети, чтобы в случае отключения резервной байпасной сети эти нагрузки продолжали питаться от агрегата бесперебойного питания. Он имеет в своем составе зарядное устройство – управляемый выпрямитель, блок аккумуляторных батарей и транзисторный инвертор. Переход от одной сети к другой в любом направлении должен быть «безударным» во избежание срабатывания защит агрегатов бесперебойного питания и других электрических защит системы надежного питания. При наличии сбоев в алгоритмах или их нерациональной организации процессы перехода между сетями могут сопровождаться нарушением бесперебойности питания или междуфазными короткими замыканиями. В системе компьютерной математики MatLab создана структурная имитационная модель для отработки алгоритмов перехода при различных фазовых сдвигах сетей и направлениях перехода. Проанализирован алгоритм перехода между сетями для агрегатов бесперебойного питания одной из фирм-производителей, поставивших оборудование на атомные станции. Предложен более безопасный оптимальный алгоритм управления переключениями сетей с пофазным контролем спада тока отключаемой сети. Предложения подкреплены результатами компьютерного моделирования.

**Ключевые слова:** структурное моделирование, алгоритм управления, инверторная сеть, байпасная сеть, тиристорные автоматические переключающие устройства, агрегат бесперебойного питания, оптимизация

**Для цитирования:** Рожков В.В., Федотов В.В., Крутиков К.К., Бутримов С.Г. Структурное моделирование существующих и усовершенствованных алгоритмов управления тиристорных переключающих устройств агрегатов бесперебойного питания собственных нужд атомных станций // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 2. С. 116–131. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-2-116-131

# Structural modeling of existing and improved control algorithms for thyristor switching devices of uninterruptible power supply units for auxiliary needs of nuclear power plants

V. Rozhkov<sup>1</sup>, V. Fedotov<sup>1</sup>, K. Krutikov<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.** The article analyzes the operation of thyristor automatic switching devices for uninterruptible power supply units of nuclear power plants. They are part of the emergency power supply system for auxiliary electrical equipment with a rated voltage of 0.4 kV. In such a reliable power supply system for especially responsible consumers, alternative networks and backup sources are necessarily used. Typically, groups of consumers for auxiliary needs of nuclear power plants are powered from the inverter network, so that in the event of a shutdown of the backup bypass network, these loads continue to be powered by the uninterruptible power supply unit. It incorporates a charger – a controlled rectifier, a battery pack and a transistor inverter. The transition from one network to another in any direction must be “shockless” in order to avoid the operation of the protections of uninterruptible power units and other electrical protections of the reliable power supply system. If there are failures in the algorithms or their irrational organization, the processes of transition between networks may be accompanied by a violation of uninterrupted power supply or phase-to-phase short circuits. A structural simulation model has been created in the MatLab computer mathematics system for testing transition algorithms for various phase shifts of networks and transition directions. The algorithm of transition between networks for uninterruptible power units of one of the manufacturing companies that supplied equipment to nuclear power plants was analyzed. A safer optimal algorithm for controlling network switching with phase-by-phase control of the current drop in the disconnected network is proposed. The proposals are supported by the results of computer simulations.

**Keywords:** structural modeling, control algorithm, inverter network, bypass network, thyristor automatic switching devices, uninterruptible power supply, optimization

**For citation:** Rozhkov V., Fedotov V., Krutikov K., Butrimov S. Structural modeling of existing and improved control algorithms for thyristor switching devices of uninterruptible power supply units for auxiliary needs of nuclear power plants. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.2, pp.116-131 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-2-116-131

## Введение

Тристорные автоматические переключающие устройства находят достаточно широкое применение в энергетике и промышленности в качестве бесконтактных выключателей там, где нет необ-

ходимости в высокочастотной коммутации. Так, например, в [1] показано использование этих устройств для плавного регулирования реактивного тока путем управления переключением различных параллельных ступеней реакторов, и каждая ступень переключается таким образом, чтобы в цепи не возникало