

**Крюков Андрей Васильевич,**

д.т.н., профессор, Иркутский государственный университет путей сообщения,  
Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: and\_kryukov@mail.ru

**Нгуен Куок Хиеу,**

магистр техники и технологии, аспирант, Иркутский национальный исследовательский техниче-  
ский университет, e-mail: hieu12829@mail.ru

**Чан Зюй Хынг,**

к. т. н., декан факультета электротехники и электроники,  
Военно-промышленный колледж, г. Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам,  
e-mail: tranduyhung86@mail.ru

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С 6-ТИ ПУЛЬСНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ**

**A. V. Kryukov, Nguen Quoc Hieu, Tran Duy Hung**

## **MODELING OF DC TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM WITH 6-PULSE CONVERTERS**

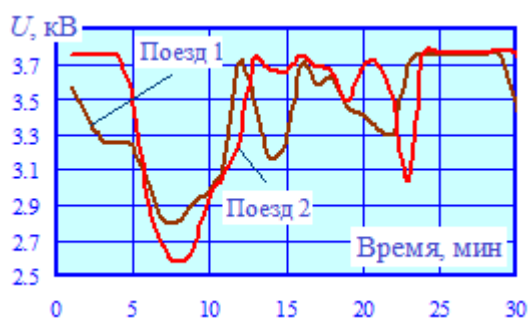
**Аннотация.** Разработана методика компьютерного моделирования режимов систем тягового электроснабжения постоянного тока с 6-ти пульсным преобразователем в фазных координатах. Предложенные компьютерные модели могут применяться для определения параметров режима подсистем постоянного и переменного токов, а также расчета режимов на высших гармониках.

**Ключевые слова:** системы тягового электроснабжения постоянного тока, моделирование.

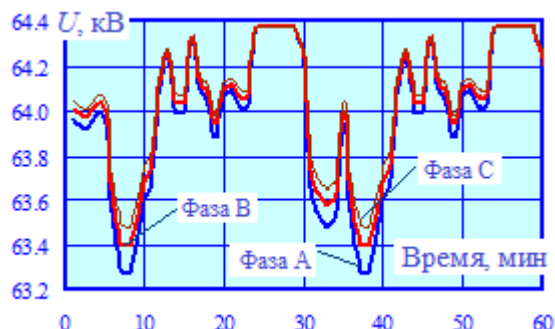
**Abstract.** The technique of computer modeling of DC traction power supply system's modes in phase coordinates implemented in Fazonord software package is considered. The developed computer models can be used to determine the parameters of the DC and AC current subsystems mode and also to determine the mode at higher harmonics.

**Keywords:** traction power supply systems, converter, modeling.

Расчётная модель системы электроснабжения железной дороги (СЭЖД) постоянного тока с 6-ти пульсным преобразователем создана с помощью программного комплекса Fazonord [1], позволяющего рассчитывать режимы работы питающей электрической сети переменного тока и тяговой сети постоянного тока. Схема СЭЖД включала следующие элементы: три тяговых подстанции (ТП) с шестипульсными преобразователями, две межподстанционные зоны тяговой сети 3 кВ, а также питающую сеть переменного тока, включающую три линии электропередачи 110 кВ. Моделировалось движение двух четных и такого же числа нечетных поездов массой 3884 тонны. Межпоездной интервал принят равным 35 минутам. На рисунке 1 представлены временные зависимости напряжений на токоприемниках первого и второго поездов, а также аналогичных параметров для вводов 110 кВ ТП 1. Из рисунка 1, а видно, что на восьмой минуте напряжение на токоприемнике второго поезда снижается ниже допустимого значения 2,7 кВ. Напряжения на вводах 110 кВ первой ТП различаются незначительно.

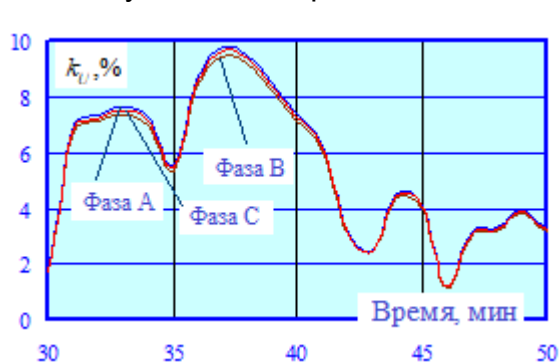


а)

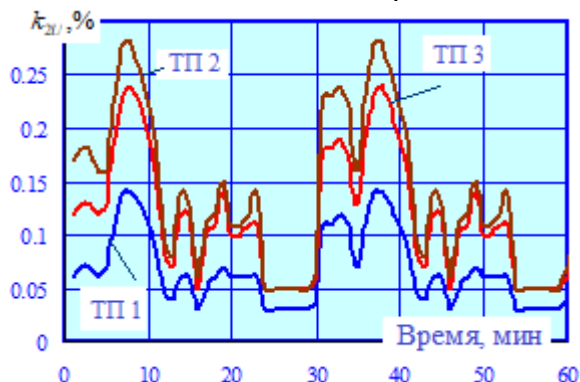


б)

Рисунок 1 – Напряжения на токоприемниках и шинах 110 кВ первой ТП



а)



б)

Рисунок 1 – Коэффициенты гармоник на шинах 110 кВ ТП 1 и коэффициенты несимметрии на вводах 110 кВ тяговых подстанций

На рис. 1, а показаны зависимости суммарных коэффициентов гармоник на шинах 110 кВ первой ТП, а на рис. 2, б – графики изменений коэффициентов несимметрии по обратной последовательности для всех рассматриваемых подстанций. Полученные результаты показывают, что максимальное значение  $k_U$  более чем в три раза превышает допустимое значение, что требует применения средств для снижения гармонических искажений. Уровни несимметрии на шинах 110 кВ всех ТП составляют десятые доли процента и не превышают допустимых значений, что выгодно отличает СТЭ постоянного тока от СТЭ 25 кВ переменного тока.

Заключение. Разработаны цифровые модели, позволяющие осуществлять комплексное моделирование систем электроснабжения железных дорог постоянного тока с шестипульсными преобразователями. Представленные модели могут использоваться при проектировании и эксплуатации, а также для выбора методов и средств улучшения качества электроэнергии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Закарюкин В.П. Моделирование систем тягового электроснабжения постоянного тока / В.П. Закарюкин, А.В. Крюков. – Иркутск: ИрГУПС, 2022. – 184 с.