

**Ушаков Владислав Анатольевич,**

к.т.н., с.н.с., Иркутский государственный университет путей сообщения,

e-mail: vl-ushakov@mail.ru

**Куцый Антон Павлович,**

аспирант, Иркутский государственный университет путей сообщения,

e-mail: tosha1993irk@yandex.ru

**СНИЖЕНИЕ НЕСИММЕТРИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ,  
ПИТАЮЩИХ ТЯГОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ**

**Ushakov V.A., Kucyj A.P.**

**LOWERING OF ASYMMETRY IN ELECTRICAL NETWORKS,  
FEEDING TRACTIVE SUBSTATIONS**

**Аннотация.** Показана эффективность применения симметрирующего устройства, выполненного по технологии FACTS, для уменьшения несимметрии в электрических сетях 110-220 кВ, питающих тяговые подстанции магистральных железных дорог.

**Ключевые слова:** системы электроснабжения железных дорог, снижение несимметрии.

**Abstract.** The efficiency of use of the balancing device executed on FACTS technology for reduction of asymmetry in electrical networks of 110-220 kV feeding tractive substations of the trunk railroads is shown.

**Keywords:** systems of electrical power supply of the railroads, lowering of asymmetry.

Результаты инструментальных измерений показателей качества электроэнергии показывают, что на шинах высокого напряжения тяговых подстанций (ТП) Транссиба имеют место значительные нарушения симметрии и синусоидальности напряжений [1]. Средние за сутки значения коэффициентов несимметрии по обратной последовательности  $k_{2U}$  регулярно достигают 3...4 %, а максимальные – 6...7 %.

Проблема улучшения качества электроэнергии в сетях, примыкающих к ТП, может решаться путем установки пофазно управляемых источников реактивной мощности (ИРМ) на шинах 10–220 кВ ТП [2-6]. Для оценки эффективности таких устройств была сформирована модель системы электроснабжения железной дороги (СЭЖД) в программной среде Matlab. Предполагалось, что на вводах 220 кВ одной из ТП установлен управляемый ИРМ, включающий нерегулируемую батарею конденсаторов и тиристорно-реакторную группу (рисунок 1). Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты несимметрии по обратной последовательности

Подстанция	ИРМ отключен	ИРМ включен
ТП1	3,12	1,6
ТП2	4,25	1,9

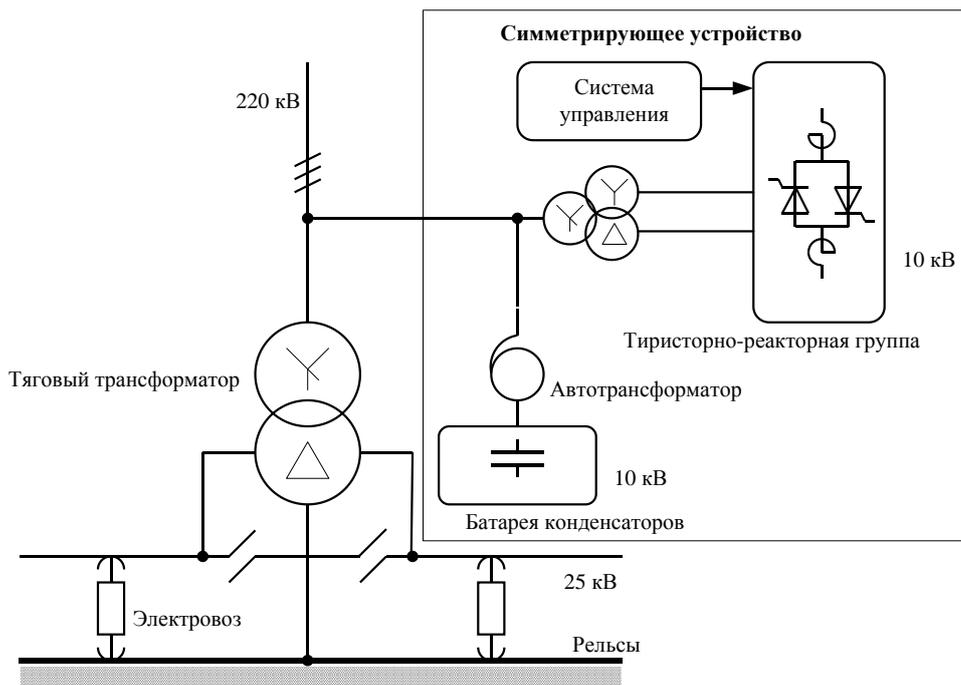


Рисунок 1 – Фрагмент схемы СЭЖД

Результаты моделирования показывают, что при выключенных ИРМ коэффициенты  $k_{2U}$  выходят за допустимые пределы. При включении пофазно управляемых ИРМ, выполненных по технологии FACTS, показатели качества электроэнергии отвечают требованиям ГОСТ 32144-2013.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафа Г.М., Гусев С.И., Ершов А.М. и др. Расчет мощности активно-фильтросимметрирующего устройства для нормализации напряжения на шинах ПС 220 кВ Сковородино // Электрические станции. № 3. 2015. С. 46 – 53.
2. Оперативное управление в системах электроснабжения железных дорог / В.П. Закарюкин, А.В. Крюков, В.А. Ушаков, В.А. Алексеенко. Иркутск : Иргупс, 2012. 129 с.
3. Закарюкин В.П., Крюков А.В., Черепанов А.В. Интеллектуальные технологии управления качеством электроэнергии. Иркутск: ИРНТУ, 2015. 218 с.
4. Закарюкин В.П., Крюков А.В. Методы совместного моделирования систем тягового и внешнего электроснабжения железных дорог переменного тока. Иркутск: Иргупс, 2011. 170 с.
5. Коновалов Ю.В., Дудко А.А. Исследование свойств генерирующих электротехнических комплексов // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Иркутск. 2014. В 2-х т. Т. 1. С. 88-92.
6. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Куцый А.П. Мультиагентный подход к управлению режимами систем электроснабжения железных дорог // Вестник ИргТУ. Т. 21. № 4. 2017. С. 108-126.