

**Крюков Андрей Васильевич,**

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

**Черепанов Александр Валерьевич,**

к.т.н., доцент, Иркутский государственный университет путей сообщения,  
e-mail: smart\_grid@mail.ru

**Нгуен Куок Хиеу**

магистр техники и технологии, аспирант, Иркутский национальный исследовательский  
технический 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: trandyhung86@mail.ru

## **УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОДСТАНЦИЯХ, ПОДКЛЮЧЕННЫХ К ЛИНИЯМ «ДВА ПРОВОДА–РЕЛЬС»**

**A. V. Kryukov, A. V. Cherepanov, Nguyen Quoc Hieu, Tran Duy Hung**

## **IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRIC POWER AT SUBSTATIONS CONNECTED TO THE "TWO WIRE-RAIL" LINES**

**Аннотация.** Представлена методика компьютерного моделирования режимов сложных систем тягового электроснабжения, включающих линии «два провода – рельс» (ДПР). Разработанные компьютерные модели ЛЭП ДПР могут применяться при разработке мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности и качества электроэнергии в системах электроснабжения нетяговых потребителей.

**Ключевые слова:** линии электропередачи «два провода–рельс», качество электроэнергии, моделирование.

**Abstract.** A technique for computer simulation of modes of complex traction power supply systems, including lines "two wires - rail" (TWR) is presented. The developed computer models of power transmission lines TWR can be used in the development of measures aimed at improving the energy efficiency and quality of electricity in the power supply systems of non-traction consumers.

**Keywords:** power lines "two wires-rail", power quality, modeling..

Линии ДПР [1] подключаются к тяговым шинам 27,5 кВ, напряжения на которых отличаются значительными уровнями высших гармоник. Кроме того, имеет место заметная несимметрия по обратной последовательности, вызванная однофазной тяговой нагрузкой. Искажение качества электроэнергии на зажимах потребителей, подключенных к подстанциям линии ДПР, возникает также вследствие электромагнитного влияния тяговой сети. Поэтому задача повышения показателей, характеризующих качество электроэнергии в сетях, питающихся от таких линий, приобретает особую актуальность [2].

В докладе приведены результаты моделирования, направленного на улучшение качества электроэнергии на зажимах потребителей, получающих питание от ЛЭП ДПР, на основе применения регулируемых источников реак-

тивной мощности (ИРМ). На рисунке 1 показаны графики, характеризующие динамику изменений коэффициентов  $k_{2U}$ , характеризующих несимметрию по обратной последовательности.

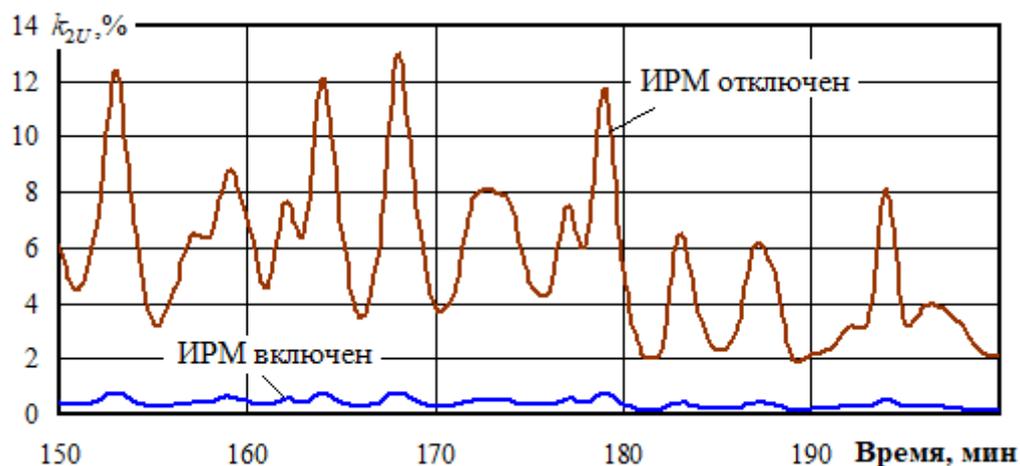


Рисунок 1 – Изменения коэффициентов несимметрии  $k_{2U}$  на шинах 0,4 кВ

При отключенном ИРМ напряжения на шинах подстанции потребителя далеко выходят за допустимые пределы. Размах колебаний лежит в пределах 8,5...42 В. При включении ИРМ напряжения всех фаз лежат в нормативных пределах; размах колебаний составляет 0,5...2,5 В.

При отсутствии ИРМ максимум коэффициента  $k_{2U}$  на шинах 0,4 кВ достигает 13 %, что более чем в шесть раз превышает нормально допустимое значение. Включение ИРМ обеспечивает снижение этого коэффициента до нормативных пределов; при этом максимум  $k_{2U}$  равен 0,82 %.

Зависимости реактивных мощностей, генерируемых ИРМ, отличаются интенсивной динамикой. Размахи колебаний лежат в пределах 1110...1300 квар. Для стабилизации напряжений необходим ИРМ с мощностью  $\pm 1000$  квар на фазу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бочев А. С., Финоченко Т. Э. Модернизация линии продольного электроснабжения "два провода – рельсы" // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. № 4 (24). 2006. С. 117-119.
2. Управление режимами систем электроснабжения железных дорог на основе технологий интеллектуальных сетей (smart grid) / Г. О. Арсентьев, Ю. Н. Булатов, А. В. Крюков [и др.] / Под редакцией А. В. Крюкова. Иркутск : ИрГУПС, 2019. 414 с.