

# ЭЛЕКТРО

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА • ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 2000 г.

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Алпатов М.Е. - д.т.н., ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»  
Бутырин П.А. - член-корреспондент РАН  
Быков В.А. - к.т.н., ВИНТИ РАН  
зам. главного редактора  
Гвоздев Д. Б. - к.т.н., ОАО «ФСК ЕЭС»  
Добрусин Л.А. - д.т.н., ГУП «ВЭИ им. В.И. Ленина»  
Ковалев В.Д. - д.т.н., проф.,  
ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»  
Кудрявый В.В. - д.т.н., проф., Главный редактор  
Кучеров Ю.Н. - д.т.н., ОАО «СО ЕЭС»  
Лачугин В.Ф. - к.т.н., ОАО «Энергетический  
институт им. Г.М. Кржижановского»  
Макаревич Л.В. - Генеральный директор  
ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»  
Месенжник Я.З. - д.т.н., проф., ВНИИ КП  
Мисриханов М. Ш. - д.т.н., ОАО «ФСК ЕЭС»  
зам. главного редактора  
Славинский А. З. - д.т.н., завод «ИЗОЛЯТОР»  
Старшинов В.А. - к.т.н., проф., МЭИ  
Фаворский О.Н. - академик РАН  
Шакарян Ю.Г. - д.т.н., проф., ОАО «ВНИИЭ»

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

Кудрявый В.В.

**РЕДАКЦИЯ**

Быков В.А. – зам. главного редактора  
Гинзбург Т.В. – отв. секретарь  
Фонарева М.В. – научный редактор

**Адрес редакции:**

Россия, 107023 Москва,  
Электрозаводская ул., 21  
журнал ЭЛЕКТРО  
Тел.: (499) 152-5655  
E-mail: elektro@viniti.ru  
elektro1@viniti.ru  
<http://www.elektro-journal.ru>  
<http://электро-журнал.рф>

Журнал зарегистрирован  
Министерством Российской Федерации по делам  
печати, телерадиовещания и средств массовых  
коммуникаций ПИ 77-3052 от 24 марта 2000 г.  
Регистрационный номер 004102  
© «Электрозавод» 2000 г.

Тираж 1000 экз.

# 3'2011

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Инновационная электроэнергетика - 21.  
Технологические тенденции развития энергетики**  
*Бушуев В.В.* ..... 2

## ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

**Моделирование переходных процессов в цепях  
дифференциальной защиты генератора**  
*Глазырин В.Е., Осинцев А.А.* ..... 9

**Математическая модель для исследования магнитной цепи  
индукционного преобразователя тока**  
*Багдасарян М.К.* ..... 14

**Анализ и синтез системы прямого управления моментом тягового  
асинхронного электродвигателя**  
*Овсянников Е.М., Нгуен Куанг Тхиеу* ..... 18

**Электрические реакторы производства ОАО «Электрозавод».  
Шунтирующие реакторы**  
*Сагиров А.Н.* ..... 22

**Ассоциация ТРАВЭК – двадцать лет в строю** ..... 27

**Высшие гармоники как индикатор геомагнитно-  
индуцированных токов**  
*Сивоконь В.П., Сероветников А.С., Писарев А.В.* ..... 30

## ОБОРУДОВАНИЕ

**Переключаемая установка поперечной емкостной компенсации  
в тяговых сетях переменного тока**  
*Герман Л.А., Серебряков А.С., Дулепов Д.Е.* ..... 35

**Станция диагностирования двигателей переменного тока**  
*Буртовой В.А., Ткаченко Г.И., Мохнатый А. В., Хижняк В. Я.* ..... 41

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ

**Критерии выбора и проверки сечения токоведущих жил кабелей до  
1 кВ с точки зрения пожарной безопасности**  
*Буре И.Г., Хевсуриани И.М., Маслов А.В.* ..... 47

## ИНФОРМАЦИЯ 8, 13, 17, 26, 29, 40, 46, 52

Журнал «ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Перепечатка материалов из журнала допускается только с разрешения редакции  
За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы

# ИННОВАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА - 21. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

## INNOVATION OF ELECTRIC POWER INDUSTRY – 21 TECHNOLOGY TRENDS OF ENERGY INDUSTRY DEVELOPMENT

**Бушуев Виталий Васильевич** – докт. техн. наук, профессор, Генеральный директор Института энергетических стратегий (ГУ ИЭС)  
(495) 6985234 ies2@umail.ru

**Bushuev I.G.** – ScD, General director  
Tel. +7(495)6985234 ies2@umail.ru  
Institute of Energy Strategies

*Рассмотрены изменения в технологической базе энергетики, сценарии развития мировой энергетики и инновационный сценарий развития электроэнергетики России.*

*Ключевые слова: электроэнергетика России; мировая электроэнергетика; тенденции развития; инновационные сценарии*

*Changes in technology base for energy industry development, worldwide energy industry development scenarios and electric power innovation scenario for Russia are considered.*

*Keywords: electric power industry of Russia; worldwide electric power industry; development trends; innovation scenarios*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г., ГУ ИЭС, ОАЦ «Энергия», 2010.
2. Дорожная карта развития электроэнергетики России на период до 2030 г. Отчет подгруппы под руководством академика Э.П. Волкова рабочей группы по разработке ЭС-2030
3. Бушуев В.В., Троицкий А.А. «Энергетика 2050 г.», Москва: ОАЦ «Энергия», 2007.
4. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики России на период до 2020 г. с учетом перспективы до 2030 г. (май 2010 г.) АПБЭ.
5. Оценка потребности в электроэнергии по федеральным округам России на период до 2020 г. и 2030 г. Отчет ИЭС 2009 г. (Ю.М. Коган).
6. Прогнозные и отчетные данные Минэкономразвития России, Минэнерго России, Росстата, электроэнергетических компаний.
7. BP Statistical Review of World Energy 2010. BP Statistical Review of World Energy. - London: British Petroleum, 2009.
8. Energy Technology Perspectives. IEA 2006, 2008, 2010.
9. Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009. Bloomberg New Energy Finance, 2010.
10. Key World Energy Statistics. IEA, 2009.
11. Renewables Global Status Report 2009. RNE21, 2010.
12. Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply. Stuttgart, Berlin, Utrecht, Wuppertal, 2009.
13. World Energy Outlook 2010. IEA, 2010.
14. World Nuclear Association Market Report 2009. WNA, 2010.
15. World Nuclear Industry Status Report 2009. MIT, 2010.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕПЯХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА

## MODELING OF TRANSIENT OPERATION IN GENERATOR DIFFERENTIAL PROTECTION CIRCUITS

**Глазырин Владимир Евлампиевич** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрические станции» Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) (383) 3461373 be@power.nstu.ru

**Осинцев Анатолий Анатольевич** – аспирант кафедры «Электрические станции» (НГТУ) г. Новосибирск (923) 1585956 osintsev@list.ru

**Glazyrin V.E.** – PhD, Assistant professor  
Tel. +7(383)3461373 be@power.nstu.ru

**Osintsev A.A.** – Postgraduate  
Tel. +7(923)1585956 osintsev@list.ru  
Novosibirsk State Technical University

Создан инструмент для исследования переходных процессов в токовых цепях дифференциальной защиты генератора в различных режимах его работы. Разработанные средства моделирования дают возможность рассчитать вторичные токи трансформаторов тока, работающих в группах, при известных первичных токах и остаточных индукциях магнитопроводов. Созданный моделирующий комплекс позволяет не только выявлять характерные признаки различных повреждений и учитывать их при формировании алгоритма дифференциальной защиты, но и исследовать устойчивость функционирования существующих дифференциальных защит генератора в сложных переходных процессах при наличии насыщений трансформаторов тока.

Ключевые слова: генераторы; переходные процессы; моделирование; группы трансформаторов тока; дифференциальные защиты

A tool is devised to research transient operation of current circuits of generator differential protection at various operating modes. Developed modeling aids allow estimating secondary current in current transformers being operated in groups when primary current and magnetic core residual induction are known. The complex of modeling not only detects signs of diverse failures and takes them into account when forming an algorithm of differential protection but defines stability of the existent generator differential protection units at complicated transient operation when current-transformer saturation is present.

Keywords: generators; transient operation; modeling; current transformer groups; differential protection

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазырин В.Е., Торопов Г.Э. Моделирование переходных процессов в группах трансформаторов тока. Сб. научн. тр. НГТУ. Новосибирск, 2000. № 3 (20). С. 75–82.

2. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.–Л.: Изд-во «Энергия», 1970. 520 с.

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНОЙ ЦЕПИ ИНДУКЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТОКА

## MATHEMATICAL MODEL TO RESEARCH MAGNETIC CIRCUIT OF INDUCTIVE CURRENT TRANSDUCER

**Багдасарян Маринка Каджиковна** – докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Электрических машин и аппаратов» Государственного инженерного университета Армении (ГИУА) +37410278 415 [bmarinka@yandex.ru](mailto:bmarinka@yandex.ru)

**Bagdasarian M.K.** – ScD, Professor, Head of university department  
Tel. +374(10)278415 [bmarinka@yandex.ru](mailto:bmarinka@yandex.ru)  
State Engineering University of Armenia

*Разработана математическая модель, описывающая характер изменения магнитных потоков и ЭДС при разных положениях проводника с измеряемым током вдоль горизонтальной оси координат с учетом наличия технологического зазора и неравномерного распределения магнитной индукции по средней длине магнитопровода.*

*Ключевые слова: индукционные преобразователи тока; магнитные цепи; магнитные потоки; ЭДС; расчеты; математические модели*

*Mathematical model is disclosed. The model describes magnetic flux and EMF behavior at different positions of electric conductor of current measuring circuit along horizontal axis with allowance for manufacturing clearance and nonuniform distribution of induction density on average length of magnet core.*

*Keywords: inductive current transducers; magnetic circuits; magnetic fluxes; EMF; computing; mathematical models*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев В.В., Адоньев Н.М., Кибель В.М. Трансформаторы тока. Л.: Энергоатомиздат, 1989. 416 с.
2. Багдасарян М.К. Исследование магнитного поля в окне магнитопровода // Изв НАН и ГИУ Армении Сер. ТН. 1998. Т LI, № 3. С. 335-338.

3. Магнитные цепи и их расчеты. URL: [http://www.motor\\_remont.ru/books/2/05-41.html](http://www.motor_remont.ru/books/2/05-41.html)
4. Таев И.С., Буль Б.К., Годжелло А.Г., Дегтярь В.Г., Сливинская А.Г., Чунигин А.А. Основы теории электрических аппаратов. М.: Высшая школа, 1987. 352 с.

# АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СИСТЕМЫ ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ МОМЕНТОМ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

## ANALYSIS AND SYNTHESIS OF DIRECT CONTROL OF ASYNCHRONOUS TRACTION MOTOR TORQUE

**Овсянников Евгений Михайлович** – докт. техн. наук, профессор кафедры «Электротехника и компьютеризованные электромеханические системы» (ЭКЭМС) МГТУ «МАМИ»  
(495) 962-12-95

ovsiannikov48@mail.ru

**Нгуен Куанг Тхиеу** – канд. техн. наук, докторант кафедры «ЭКЭМС» МГТУ «МАМИ»  
8-926-574-06-41

nguyenthieu@mail.ru

**Ovsiannikov E.M.** – ScD, Professor  
Tel. +7(495)9621295 ovsiannikov48@mail.ru

**Ngueng Kuang Thieu** – PhD, Doctoral candidate  
Tel. +7(926)5740641 nguyenthieu@mail.ru  
Moscow State Technical University "MAMI"

Предложена новая система прямого управления моментом тягового асинхронного электродвигателя с широтно-импульсной модуляцией питающего напряжения. Приведены результаты имитационного моделирования системы тягового асинхронного электропривода, показаны достоинства разработанной системы управления электроприводом: простота исполнения, высокое динамическое качество, малые пульсации электромагнитного момента.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель; векторное управление асинхронным двигателем; прямое управление моментом

Newly developed system for direct control of traction torque of asynchronous motor with pulse-width modulation of supply voltage is proposed. Results of modeling of traction asynchronous electric drive are disclosed. Merits of developed system to control electric drive are shown and among them design simplicity, high dynamic response and reduced pulsations of electromagnetic torque.

Keywords: asynchronous motors; vector control of asynchronous motors; direct control of torque

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. I. Takahashi, T. Noguchi. A new quick-response and high efficiency control strategy of an induction motor // IEEE Trans. Ind. Applications, Vol. 22, No. 5, 1986, pp. 820-827.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Барац Е.И. Адаптивная система прямого управления моментами асинхронного двигателя // Электротехника. 2001. № 11. С. 35-39.
3. P.Z. Grabowski, M.P. Kazmierkowski, B.K. Bose, F. Blaabjerg. A simple direct-torque neuro-fuzzy control of PWM-inverter-fed induction motor drive // IEEE Trans. Ind. Electronics, Vol. 47, No. 4, Aug. 2000, pp. 863-870.
4. V.H. Kenny, R.D. Lorenz. Stator and rotor flux based deadbeat direct torque control of induction machines // IEEE Trans. Ind. Applications, Vol. 39, No. 4, 2003, pp.1093-1101.
5. Buja G.S., Kazmierkowski M.P. Direct torque control of PWM inverter-fed AC motors – A survey // IEEE Trans. Ind. Electronics, Vol. 51, No 4, Aug. 2004, pp. 744-757.
6. D. Stojic, S. Vukosavic. A new induction motor drive based on the flux vector acceleration method // IEEE Trans. Energy conversion, Vol. 20, No.1, Mar. 2005, pp. 173-180.
7. Y. Kumsuwan, S. Premrudeepreechacham, H.A. Toliyat. A new approach to direct torque control for induction motor drive using amplitude and angle of the stator flux vector // Journal of electrical engineering & technology, Vol. 3, No.1, Mar. 2008, pp. 79-87.
8. H. Miranda, P. Cortes, J.I. Yuz, J. Rodriguez. Predictive torque control of induction machines based on state space models // IEEE Trans. Ind. Electronics, Vol. 56, No. 6, 2009, pp. 1916-1924.
9. K. B. Lee, F. Blaabjerg. Sensorless DTC-SVM for induction motor driven by a matrix converter using a parameter estimation strategy // IEEE Trans. Ind. Electronics, No. 2, 2008, pp. 512-521.
10. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1994. 318 с.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД». ШУНТИРУЮЩИЕ РЕАКТОРЫ ELECTRICAL REACTORS BY OJSC «ELEKTROZAVOD». SHUNT REACTORS

**Сагиров Алексей Николаевич** – начальник бюро реакторов конструкторского отдела ОАО «ПК ХК ЭЛЕКТРОЗАВОД», г. Москва  
Sagirov@elzav.ru

**Sagirov A.N.** – Chief of design department bureau  
Sagirov@elzav.ru  
OJSC «PK HK Elektrozavod»

*Рассмотрен подход к выбору шунтирующих реакторов среди предложений различных производителей по сравнению соотношения массогабаритных характеристик, электрических потерь, уровня вибраций и шума. Приведена информация об особенностях конструкции шунтирующих реакторов, опыте и технологических возможностях ОАО «Электрозавод», проектирующем и выпускающем практически все виды реакторного оборудования различного назначения, начиная с реакторов преобразователей частоты на класс напряжения 100 В до шунтирующих реакторов классов напряжения до 1150 кВ.*

*Ключевые слова: шунтирующие реакторы; электрические потери; массогабаритные характеристики; шумы; вибрация; сухие шунтирующие реакторы*

*An approach of shunt reactor selection is described to compare offers by various reactor manufacturers regarding mass-to-size characteristic ratio, electric loss, vibration level and noise content. The information on shunt reactor features is disclosed, as well as on skill and technological potential of OJSC 'Elektrozavod' that design and manufacture literally all kinds of reactor equipment for various applications beginning from frequency converter reactors of 100 V rating and up to shunt reactors of 1150 V rating.*

*Keywords: shunt reactors; electric loss; mass-to-size characteristic ratio; noise content; vibration level; dry-type reactors*

# ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ КАК ИНДИКАТОР ГЕОМАГНИТНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКОВ

## ULTRAHARMONICS AS A DETECTOR OF GEOMAGNETICALLY INDUCED CURRENTS

**Сивоконь Владимир Павлович** – докт. техн. наук, главный научный сотрудник Института космических исследований и распространения радиоволн РАН, зав. лабораторией прикладной радиофизики  
(415) 3133193, (914) 6264725 vsivokon@mail.ru

**Писарев Андрей Валерьевич** – ст. преподаватель кафедры физики (415) 2426828, (924) 7843545 avp@kamgu.ru

**Сероветников Андрей Сергеевич** – студент  
(415) 2299246, (909) 8347631 sas-w@yandex.ru

Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, г. Петропавловск-Камчатский

Разработан и апробирован способ мониторинга геомагнитно-индуцированных токов (ГИТ) в электрических сетях. В ранее использовавшихся способах ГИТ определялся на основе данных магнитометрических станций. Мониторинг уровня высших гармоник может служить действенным инструментом оценки устойчивости энергосистемы к деструктивному воздействию ГИТ. Апробация способа в трех пунктах энергосистемы Камчатки, отличающихся типом и протяженностью питающих линий электропередачи, показала взаимосвязь уровня высших гармоник с возмущениями магнитного поля Земли.

Ключевые слова: электрические сети; геомагнитно-индуцированные токи; высшие гармоники промышленного тока; мониторинг; устойчивость энергосистемы

**Sivokon V.P.** – ScD, Chief researcher  
Tel. +7(841531) 33193; +7(914)6264725 vsivokon@mail.ru  
Institute of cosmophysics and radio-wave propagation

**Pisarev A.V.** Senior lecturer  
Tel. +7(84152) 426828; +7(924)7843545 avp@kamgu.ru

**Serovetnikov A.S.** – Student  
Tel. +7(84152)299246; +7(909)8347631 sas-w@yandex.ru

Kamchatka State University named after Vitus Bering

A technique of monitoring of geomagnetically induced currents (GIC) in power grids is developed and approved. Previous technique of GIC estimation uses the magnetometric station data. Monitoring of ultraharmonics level may be used as an effective tool of estimation of electric power system stability destructively affected by GIC. Approbation of the technique in three points of Kamchatka power system, which differ by power supply line type and extent, showed dependence of ultraharmonics level on magnetic disturbance of the Earth.

Keywords: power grids; geomagnetically induced currents; ultraharmonics of industrial frequency current; monitoring; electric power system stability

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В.И. Задачи и методы обследования электрооборудования // Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. 2003. Вып. 3.
2. Бирюлин В.И., Ларин О.М., Рыбалкин О.М., Хорошилов Н.В. Генерация высших гармоник тока и напряжения газоразрядными лампами при регулировании питающего напряжения // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2006. № 2. С.11-14.
3. Капустин В.М., Лопухин А.А. Компьютеры и трехфазная электрическая сеть // Современные технологии автоматизации – СТА. 1997. № 2.
4. Карташев И.И., Нгуен Динь Дык. Влияние характеристик намагничивания трансформатора на спектр генерируемых им высших гармоник // Вестник МЭИ. 2007. №1. С. 56-63.
5. Музыка М.М., Сковпень С.М., Черевко А.И. Анализатор качества электроэнергии // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2005. № 3. С. 27-29.

6. Соколов В.С. Контроль, мониторинг и управление качеством электроэнергии // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2003. № 5. С. 3-8.
7. Pirjola R, A. Viljanen Complex image method for calculating electric and magnetic fields produced by an auroral electrojet of finite length. Ann. Geophysicae 16, 1434-1444 (1998).
8. Boteler D.H., R. Pirjola, L. Trichtchenko On calculating the electric and magnetic fields produced in technological systems at the Earth's surface by a «wide» electrojet. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 62 (2000) 1311-1315.
9. Pirjola R., Boteler D. Calculation methods of the electric and magnetic fields at the Earth's surface produced by a line current. RADIO SCIENCE, VOL. 37, NO. 3, 10.1029/2001RS002576, 2002.
10. Huttunen K. E. J., S. P. Kilpua, A. Pulkkinen, A. Viljanen, and E. Tanskanen Solar wind drivers of large geomagnetically induced currents during the solar cycle 23. Space Weather, Vol. 6, S10002, doi: 10.1029/2007SW000374, 2008.

# ПЕРЕКЛЮЧАЕМАЯ УСТАНОВКА ПОПЕРЕЧНОЙ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В ТЯГОВЫХ СЕТЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

## SWITCH-SELECTABLE CROSSOVER CAPACITIVE COMPENSATION FACILITY IN RAILWAY ALTERNATING CURRENT ELECTRIC-TRACTION NETWORKS

**Герман Леонид Абрамович** - докт. техн. наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (Нижегородский филиал)  
8 (908) 7699426 lagerman@mail.ru

**Серебряков Александр Сергеевич** - докт. техн. наук, профессор кафедры «Электрификация и электроснабжение» Московского государственного университета путей сообщения (Нижегородский филиал)  
8 (906) 3556564 A.sereb@mail.ru

**Дулепов Дмитрий Евгеньевич** - преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» Нижегородского государственного инженерно-экономического института (НГИЭИ)  
8 (904) 0475306 fraer.86@mail.ru

**German L.A.** – ScD, Professor  
Tel. +7(908) 7699426 lagerman@mail.ru

**Serebriakov A.S.** – ScD, Professor  
Tel. +7(908) 3556564 A.sereb@mail.ru  
Moscow State University of Railways, Nizhniy Novgorod branch

**Dulepov D.E.** – Lecturer of institute department  
Tel. +7(904) 0475306 fraer.86@mail.ru  
Nizhniy Novgorod State Engineering and Economic Institute

Предлагается ввести форсировку в регулируемые ступенчатые установки поперечной емкостной компенсации (КУ) в тяговых сетях переменного тока железных дорог. Для перехода в форсированный режим отключается часть конденсаторов КУ. Приведены схемы форсировки с отключением и без отключения КУ от питающей сети.

**Ключевые слова:** поперечная емкостная компенсация; ступенчатая установка; тяговая сеть; форсировка; отключаемые конденсаторы

*Forcing of controllable staged crossover capacitive compensation facilities (CF) in electric-traction networks is suggested. To change to the forced state a part of CF condensers is switched off. Schemes of forcing with and without CF disconnection from power supply are disclosed.*

**Keywords:** crossover capacitive compensation; staged facility; electric-traction network; forcing; disconnectable capacitors

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородулин Б.М., Герман Л.А., Николаев Г.А. Конденсаторные установки электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1983. 183 с.

2. Правила устройства системы тягового электроснабжения железных дорог Российской Федерации, ЦЭ-462. М.: МПС РФ, 1997. 79 с.

3. Берковский А.М., Лысков Ю.И. Мощные конденсаторные батареи. М.: Энергия, 1967. 168 с.

4. Герман Л.А. Поперечная емкостная компенсация в тяговой сети железных дорог // Промышленная энергетика. 2009. № 10. С. 30-35.

5. Герман Л.А., Серебряков А.С., Кващук В.А., Бренков С.Н. Синхронизированные выключатели для регулирования поперечной емкостной компенсации // Локомотив. 2011. № 1. С. 41-43.



# СТАНЦИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

## AC MOTOR DIAGNOSTICS STATION.

**Буртовой Василий Александрович** – начальник ЭРЦ  
«АрселорМиттал Кривой Рог» (0564) 786187

**Ткаченко Григорий Иванович** – генеральный директор  
ООО «Криворожэлектромонтаж» (0564) 262785

**Мохнатый Алексей Владимирович** – программист ООО  
«Криворожэлектромонтаж» (056) 4104330

**Хижняк Вячеслав Яковлевич** – канд. техн. наук, доцент  
кафедры Компьютерные системы автоматизированного  
управления электроприводом КМФ НМетАУ, начальник от-  
дела АСУТП ООО «Криворожэлектромонтаж» (0564) 642359

**Burtovoy V. A.** – Chief of electrical equipment refit shop  
Tel. +380(0564)786187

OJSC «ArselorMittal Krivoy Rog»

**Tkachenko G. I.** – General director

Tel. +380(0564)262785

**Mokhnatyy A. V.** – Programmer

Tel. +380(0564)104330

**Khizhniak V. Ya.** – PhD, Assistant professor, Chief of APCS

Tel. +380 (0564)642359

Krivorozhelektromontazh Ltd.

Представлены результаты разработки и внедрения технических средств и программного обеспечения станции для послеремонтных испытаний асинхронных двигателей мощностью 60 – 250 кВт напряжением 0,4 кВ в условиях электро-ремонтного цеха ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог». Стенд позволяет получить токи двигателя, равные и выше номинальных без использования механической нагрузки.

Ключевые слова: двигатели переменного тока; диагностирование; силовые регуляторы напряжения; микропроцессорные контроллеры; ограничение пускового тока

Results of development and implementation of hardware and software to conduct refit trials of 60-250 kW / 0.4 V asynchronous motors at OJSC 'ArselorMittal Krivoy Rog' are disclosed. Testing rig allows reaching motor currents that are equal or higher than those rated with no need of mechanical load application.

Keywords: ac motors; diagnostics; power voltage regulators; microprocessor controllers; starting current limitation; motor operating mode

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родькин Д.И. Системы динамического нагружения и диагностики электродвигателей при послеремонтных испытаниях. М.: Недра, 1992. С.236.
2. Ткаченко Г.И., Набок С.С., Бесараб С.М., Вайнер А.И., Розумный Ю.Р, Хижняк В.Я. Измерения токов в кабельных линиях связи без трансформаторов и шунтов // Металлургическая и горнорудная промышленность. Днепропетровск. 2009. № 2.

# КРИТЕРИИ ВЫБОРА И ПРОВЕРКИ СЕЧЕНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ ДО 1 кВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

## CRITERIA FOR CHOOSING AND CHECKING THE CROSS-SECTIONS OF UP TO 1000V CABLE LINES IN TERMS OF FIRE SAFETY

**Буре Ирина Георгиевна** - канд. техн. наук, доцент МЭИ (ТУ)  
(495) 3627074 8 (916) 3820090 Bure AB@mail.ru

**Хевсуриани Иван Михайлович** - канд. техн. наук, доцент  
МЭИ (ТУ) (495) 3627074 8 (916) 6227389

**Маслов Альберт Владимирович** - канд. техн. наук, зам.  
начальника отдела ОАО ВНИПИнефть  
7953130 доб.8870 8 (910) 4458078

**Bure I.G.** – PhD, Assistant professor  
Tel. +7(495)3627074; +7(916)3820090 Bure AB@mail.ru

**Chevsuriani I.M.** – PhD, Assistant professor  
Tel. +7(495)3627074; +7(916)6227389  
Energy Institute of Moscow (Technical University)

**Maslov A.V.** – PhD, Vice-chief of department  
Tel. +7(495)7953130; +7(916)4458078  
OJSC «VNIPIneft»

Проведен анализ существующих критериев выбора сечений кабельных линий до 1000 В с точки зрения возможности возгорания. Предложено осуществлять проверку термической стойкости и экономической эффективности с точки зрения возможности возгорания, а также осуществлять проверку термической стойкости и экономической эффективности по разработанной методике.

Ключевые слова: кабельные линии; электропроводки; пожарная опасность; критерии выбора сечений

The publication analyses existing criteria for choosing the cross-sections of up to 1000 V cable lines in terms of ignition possibility and suggests checking the thermal resistance and economic efficiency according to the designed method.

Keywords: cable lines; electrical wiring; fire danger; cross-section choice criteria

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) Изд. 7-ое. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
2. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. Цырук С.А., Быстрицкий Г.Ф., Зиборов Б.Н., Потахина Н.И. Условия выбора и проверки силовых кабелей в сети 0,4 кВ // Промышленная энергетика. 1998. № 2.

4. Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах. М.: Энергоатомиздат, 1984. 184 с.
5. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.