

ISSN 1407-7345

RĪGAS TEHNISKĀS UNIVERSITĀTES  
ZINĀTNISKIE RAKSTI

SCIENTIFIC PROCEEDINGS  
OF RIGA TECHNICAL UNIVERSITY

4. SĒRIJA

**ENERĢĒTIKA  
UN ELEKTROTEHNIKA**

**POWER AND ELECTRICAL  
ENGINEERING**

8. SĒJUMS

IZDEVNIECĪBA "RTU", RĪGA 2003

**Redkolēģija:  
Editorial Board:**

**Galvenais redaktors  
Chief Editor**

A. Sauhats, RTU, Latvia

A. Bačauskas, KTU, Lithuania  
L. Boroņina, STU, Russia  
N. Chuulangiin, MTU, Mongolia  
V. Čuvičins, RTU, Latvia  
R. Deksnis, KTU, Lithuania  
J. Ekmanis, FEI, Latvia  
G. Elizarenko, NTUU, Ukraine  
J. Gerhards, RTU, Latvia  
M. Kolcun, TUK, Slovakia  
V. Krēsliņš, LEB, Latvia  
J. Laugis, TTU, Estonia  
T. Lehtla, TTU, Estonia

A. Mahņitko, RTU, Latvia (Managing Editor)  
A. Meļko, Latvenergo, Latvia  
G. Morva, BTU, Hungary  
V. Neimane, Vattenfal, Sweden  
R. Neimanis, General Electric, Sweden  
S. Paszek, STU, Poland  
F. Profumo, TTU, Italy  
I. Raņķis, RTU, Latvia  
L. Ribickis, RTU, Latvia  
J. Stabulnieks, FEI, Latvia  
L. Valdma, TTU, Estonia  
E. Vanzovičs, RTU, Latvia

---

**Redkolēģijas adrese:  
Editorial Board Address:**

Rīgas Tehniskā universitāte  
Kaļķu iela 1  
LV-1658 Rīga  
Latvija

Phone: +371 7089938  
Fax: +371 7089931  
E-mail: mahno@mx.aes.eef.rtu.lv

## PRIEKŠVārds

Zinātnisko rakstu krājuma 8. sējums turpina jau iepriekšējos sējumos iesāktu tematiku.

Tradicionāli vairāki darbi veltīti energosistēmu releju aizsardzībai un automātikai. Izstrādāts daudzfunkcionāls mikroprocesoru termināls, kas ļauj realizēt visu galveno aizsardzības un automātikas veidu funkcijas, kā arī veic procesu digitālo oscilografēšanu. Termināls piemērots datu pārvadei pa optiskiem kabeļiem, var būt savienots ar personāliem datoriem. Nākošā pētījumā analizēta kabeļu aizsardzība pret divkāršā zemesslēguma strāvām ar paātrinātu darbību gadījumā, ja vienam zemesslēgumam seko otrs. Zemesslēgumu aizsardzību izveidojums būtiski atkarīgs no elektrotīkla neitrāles režīma. Šim jautājumam rakstu krājumā veltīti zemesslēguma strāvas pilnās kompensācijas pētījumi. Turpinās distantaizsardzības algoritmu pilnveidošana.

Nākošā darbu grupa saistīta ar energosistēmas struktūras un darba režīmu optimizāciju. Jāatzīmē oriģinālie Slovērijas pētnieku priekšlikumi neironu tīklu un ģenētisko algoritmu pielietojumam elektrostaciju darba režīmu optimizācijā. Vēja enerģētikas tālāko attīstību būtiski ierobežo elektrisko tīklu caurlaides spēja, enerģijas eksporta iespējas. Problēmas risinātas zviedru pētnieku rakstos. Divi raksti veltīti visai aktuālam Latvijas energosistēmas jautājumam - sprieguma regulēšanai ar šunta reaktoriem, izmantojot tiristoru regulatorus.

Interesi izraisa pētījumi, kas saistīti ar elektrisko mašīnu modelēšanu, pārejas procesiem tajos, kā arī elektrisko mašīnu un citu tehnoloģisko iekārtu vadību. Īpašu vērību pelna Rumānijas zinātnieku raksti, kas veltīti programmējamo loģisko kontroleru programmu testēšanai un testēšanas algoritmu izstrādei.

Pēdējā pētījumu kopa veltīta materiālu testēšanas nesagraujošo metožu tālākai attīstībai.

Redkolēģija izsaka gandarījumu par ārvalstu speciālistu aktīvo līdzdarbošanos krājuma veidošanā un ir pārliecināta, ka rakstu krājums būs noderīgs tālākā pētnieciskā darbībā.

**Redkolēģija**

## SATURS

<b>Priekšvārds</b> .....	3
<i>Sauhats A., Utāns A., Leite L., Danilova M., Vasiljevs A., Silārajs M.</i> Daudzfunkcionālais relejaizsardzības un pretavārijas automatikas termināls.....	10
<i>Sauhats A., Rozenkrone J., Survilo J.</i> Kabeļu relejaizsardzība no divkāršo zemesslēgumu strāvām .....	16
<i>Šults V., Rozenkrone J.</i> Zemesslēguma strāvas pilnās kompensācijas salīdzinājums ar citiem neitrāles darba režīmiem.....	26
<i>Kolcun M., Hogija Z.</i> Slodzes ekonomiskā sadales ar ģenētiskā algoritma risinājumu.....	34
<i>Hogija L., Kolcun M.</i> Elektrostaciju diennakts slodžu grafiku optimizācija ar mākslīgo neironu tīklu pielietojumu.....	41
<i>Sveca J., Söder L.</i> Vēja enerģija integrācija elektriskās sistēmās ar šauru ejas problēmām.....	48
<i>Sveca J., Söder L.</i> Vēja enerģija vietās ar ierobežotam eksporta iespējam.....	56
<i>Raņķis I., Vilks A., Plataiskalns O.</i> Ar tiristoriem regulājamu reaktoru pielietošana energosistēmā.....	64
<i>Vilks A., Raņķis I., Plataiskalns O.</i> Energosistēmas reaktoru tiristoru regulēšanas iekārtas darbības analīze.....	71
<i>Silagi H., Gergeli E.</i> Jautājumā par divfāzu asinhrono dzinēju realizāciju un modelēšanu.....	78
<i>Gergeli E., Silagi H.</i> Statiskās analīzes algoritms PLK programmu testēšanai.....	84
<i>Gergeli E., Silagi H.</i> Par PLK pielietojumu novērtēšanas formālajām metodēm.....	91
<i>Gasparjans A., Greivulis J., Terebkovs A.</i> Kuģa dīzeļelektriskās iekārtas tehniskā diagnostikā.....	99

<i>Vanzovičs E.</i> Adaptīva mēriekārta distantaizsardzībai pret starpfāžu īsslēgumiem.....	104
<i>Ketnere E., Ketners K., Zimina S.</i> Elektrostaciju atbildīgo dzinēju elektromehānisko pārejas procesu Matemātiskā modelēšana.....	112
<i>Matīss I., Purviņš A.</i> Objekta dielektriskās caurlaidības noteikšana ar kompensācijas korekciju signālu apstrādes algoritmu (1. daļa: Metodes pamatojums).....	121
<i>Matīss I., Purviņš A.</i> Objekta dielektriskās caurlaidības noteikšana ar kompensācijas korekciju signālu apstrādes algoritmu (2. daļa: Metodes eksperimentāla pārbaude viena kalibrēšanas eksperimenta gadījumā).....	129

## CONTENTS

<i>Preface</i> .....	3
<i>Sauhats A., Utans A., Leite L., Danilova M., Vasiljevs A., Silarajs M.</i> The multifunction terminal of realy protection and anti-emergency automation.....	10
<i>Sauhats A., Rozenkrons J., Survilo J.</i> Double – ground fault protection of cables.....	16
<i>Sults V., Rozenkrons J.</i> Earth Fault Current Full Compensation in Comparrison with Another Neutral Operating Moods.....	26
<i>Kolcun M., Hogle Z.</i> A genetic algorithm solution to the economic dispatch problem.....	34
<i>Hogle L., Kolcun M.</i> Optimized dispatch of power plants to daily-load curve using Neuron Networks.....	41
<i>Sveca J., Söder L.</i> Wind power integration in power systems with bottleneck problems.....	48
<i>Sveca J., Söder L.</i> Wind power in areas with limited export capability.....	56
<i>Rankis I., Vilks A., Plataiskalns O.</i> Application of thyristors controlled reactors in power systems.....	64
<i>Vilks A., Rankis I., Plataiskalns O.</i> Analyse of action of power system`s thyristor regulation equipment.....	71
<i>Silagi H.M., Gergely E.I.</i> Contributions regarding the performances and simulation of two-phase asynchronous motor.....	78
<i>Gergely E.I., Silaghi H.M.</i> A static analysis algorithm for verification of PLC programs.....	84
<i>Gergely E.I., Silaghi H.M.</i> On the validation of PLC applications using formal methods.....	91
<i>Gasparjans A., Greivulis J., Terebkovs A.</i> Technical diagnostics of ship diesel-electrical installations.....	99

<i>Vanzovichs E.</i>	
Adaptive measuring unit of phase – phase fault distance protection.....	104
Ketnere E., Ketners K., Zimina S.	
The electromechanical transient process mathematical simulation of motors of the important mechanisms on the electric power station.....	112
<i>Matīss I., Purviņš A.</i>	
Determination of Dielectric Permeability of Object with Compensation Correction Data Processing Algorithm (part1: Basics of Method).....	121
<i>Matīss I., Purviņš A.</i>	
Determination of Dielectric Permeability of Object with Compensation Correction Data Processing Algorithm (part 2: Validation of Method in the Case of One Calibration Experiment).....	129

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i> .....	3
<i>Саухатс А., Утанс А., Лейте Л., Данилова М., Васильев А., Силарайс М.</i> Многофункциональный терминал релейной защиты и противоаварийной автоматики.....	10
<i>Саухатс А., Розенкронс Я., Сурвило И.</i> Защита кабелей от двойных замыканий на землю.....	16
<i>Щултс В., Розенкронс Я.</i> Сравнение полной компенсации токов однофазного замыкания на землю по сравнению с другими режимами работы нейтрали.....	26
<i>Колцун М., Хогия З.</i> Оптимизация покрытия нагрузки с использованием генетических алгоритмов.....	34
<i>Хогия Л., Колцун М.</i> Покрытие суточного графика нагрузки с использованием искусственных нейронных сетей.....	41
<i>Швец Ю., Зёдер Л.</i> Интеграция ветряной энергии в сетях с узкими местами.....	48
<i>Швец Ю., Зёдер Л.</i> Ветряная энергия в местах с ограниченными возможностями экспорта электроэнергии.....	56
<i>Ранькис И., Вилкс А., Платайскалнс О.</i> Применение регулируемых тиристорами реакторов в энергосистеме....	64
<i>Вилкс А., Ранькис И., Платайскалнс О.</i> Анализ работы тиристорного оборудования для управления реакторами энергосистемы.....	71
<i>Силаги Х.М., Гергелы Е.И.</i> К вопросу моделирования и выполнения двухфазного асинхронного двигателя.....	78
<i>Гергелы Е.И., Силаги Х.М.</i> Алгоритм статического анализа проверки программ программируемого логического контроллера.....	84



<i>Гергелы Е.И., Силаги Х.М.</i> Оценка применения программируемого логического контроллера на основе формальных методов.....	91
<i>Гаспарян А., Грейвулис Я., Тербков А.</i> Техническая диагностика судовых дизель-электрических установок...	99
<i>Ванзович Э.</i> Адаптивный измерительный орган дистанционной защиты от междуфазных коротких замыканий.....	104
<i>Кетнере Е., Кетнер К., Зимица С.</i> Математическое моделирование электромеханических переходных процессов двигателей ответственных механизмов на электрических станциях.....	112
<i>Матис И., Пурвиньш А.</i> Определение диэлектрической проницаемости объекта методами обработки сигналов компенсационных коррекций (ч.1: Теоретические предпосылки метода).....	121
<i>Матис И., Пурвиньш А.</i> Определение диэлектрической проницаемости объекта методами обработки сигналов компенсационных коррекций (ч.2: Экспериментальное тестирование метода в случае одиого калибровочного эксперимента).....	129