

ISSN 1407-7345

RĪGAS TEHNISKĀS UNIVERSITĀTES
ZINĀTNISKIE RAKSTI

SCIENTIFIC PROCEEDINGS
OF RIGA TECHNICAL UNIVERSITY

4. SĒRIJA

**ENERĢĒTIKA
UN ELEKTROTEHNIKA**

**POWER AND ELECTRICAL
ENGINEERING**

9. 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
L. Söder, KTH, Sweden
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

Tradicionāli RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes darbinieki un doktoranti aktīvi veic pētniecisko darbu, publicē zinātniskos rakstus starptautiski citējamos izdevumos, piedalās starptautisko konferenču darbā. Sākot ar 2001. gadu, uzsākta ikgadēja starptautisko konferenču organizācija RTU un konferencē nolasīto materiālu publikācija. 2003. gada RTU zinātniskajā konferencē sekcijā "Enerģētika" nolasītie zinātniskie referāti publicēti šajā 4. sērijas 9. sējumā.

Raksturīgi, ka turpina paplašināties konferences dalībnieku loks, aptveramās ģeogrāfiskās robežas uz ziemeļiem (Somija) un austrumiem (Maskava). Sekcijas darbā piedalījās vadoši RTU un citu pētniecisko organizāciju pārstāvji – J.Ekmanis (Latvijas ZA akadēmiķis), O.Liiks, M.Valdma (Igaunijas Tallinnas TU profesori), R.Deksnis, A.Nargelas (Lietuvas Kauņas TU profesori), D.Ljubarskis (Maskavas institūts Energosetprojekt), M.Lehtonens (Helsinki Tehnoloģiskās universitātes profesors), vairāku citu vadošo enerģētisko objektu pētīšanas centru, Baltijas dispečeru centra, Latvijas attīstības aģentūras u.c.

Krājumā publicētie darbi aptver plašu elektroenerģētikas problēmu loku: ģenerējošo jaudu attīstības prognozes; ģeneratoru un citu enerģētisko objektu slodzes režīmu datorvadība; asinhrono režīmu pētījumi, to novēršana un frekvences regulēšana; staciju slodzes optimizācija brīvā tirgus apstākļos; enerģijas cenu veidošana; enerģijas zudumu samazināšana; sprieguma regulēšana un tā kvalitātes pētījumi; elektrisko tīklu releju aizsardzības un automātikas dažādu veidu izstrāde; zemesslēgumu aizsardzība un bojājumu vietas noteikšana dažāda veida neitrālu gadījumos u.c.

Ievērojams daudzums darbu veltīts siltumenerģētikai un enerģētisko objektu ietekmes pētīšanai uz vidi. Jāatzīmē daži šādu problēmu risinājumi: tarifu noteikšana koģenerācijas iekārtās; koģenerācijas ietekme uz vidi; atjaunojamo energoresursu izmantošana.

Redkolēģija un konferences orgkomiteja izsaka dziļu pārliecību, ka konferences materiālu krājums būs noderīgs pētnieciskajā darbā un kalpos par pamatu turpmākai starptautiskai sadarbībai.

Redkolēģija

SATURS

<i>Priekšvārds</i>	3
<i>Ekmanis J., Zēbergs V., Zeltiņš N.</i> Ģenerējošo jaudu attīstības prognozēšanas problēmas Latvijā.....	15
<i>Sauhats A., Leščenko S., Ljubarskis D.</i> Baltijas valstu energosistēmu pretavāriju termināla mikroprocesoru realizācija	23
<i>Čuvičins V., Gurovs N., Rubcovs S.</i> Aktīvās jaudas un frekvences regulēšanas problēmas paralēli strādājošu energosistēmu gadījumā	30
<i>Deksnis R., Staņiulis R., Šablinskas A.</i> Tehnisko jaudas zudumu aprēķins 0,38 – 35 kV sadales tīklos	36
<i>Krišāns Z., Oļeiņikova I., Kutjuns A.</i> Elektriskā tīkla drošuma līmeņa izmaksu aprēķina principi brīvā elektroenerģijas tirgū	43
<i>Guseva S., Mahņitko A., Krišāns Z.</i> NPV kā elektrotehnisko iekārtu piegādātāju izvēles kritērijs	49
<i>Sauhats A., Vasiļjevs A., Ljubarskis D.</i> Augstsprieguma transformatoru adaptīvā automātika	55
<i>Sauhats A., Danilova M.</i> Augstsprieguma līniju bojājuma vietas noteikšana ar terminālu Izmantošanu abos līnijas galos	62
<i>Čuvičins V., Gurovs N., Skutelis A.</i> Daugavas hidroelektrostaciju vadības metožu optimizācija	70
<i>Rozenkrons J., Jermuts S.</i> Neatkarīgo ražotāju elektrostaciju loma slodzes mezglu reaktīvās jaudas bilance	76
<i>Reķis J., Vanzovičs E.</i> Atjaunojamo energoresursu izmantošana elektroenerģijas ražošanā Latvijā – esošais stāvoklis un perspektīvas	84
<i>Heine P., Pohjanheimo P., Lehtonens M.</i> Sprieguma mērījumu noviržu sadalījums	91

<i>Pilvineinens J., Nousiainens K.</i> Dažādu noslodzes variantu izmantošana un neironu tīklu analīzes pielietojums transformatoru stāvokļu monitoringam	98
<i>Svinkunas G., Navickas A.</i> Elektrisko slodžu prognozēšana ar mākslīgo neironu tīklu pielietojumu	105
<i>Ažubalis V., Jonaitis A., Nargelas A.</i> Energosistēmas frekvenču raksturlīknes parametru novērtējums	111
<i>Svalova I., Sauhats A., Svalovs A.</i> Asinhrona režīma noteikšanas algoritmi	118
<i>Barkāns J., Zicmane I.</i> HES enerģija tirgus apstākļos	124
<i>Lehtonens M., Imriss P., Elhaffars A.</i> Vidējā sprieguma mērtransformatoru modelēšana pārejas procesos	128
<i>Barkāns J., Zicmane I.</i> Upju gadu enerģētiskā potenciāla izpēte un klasifikācija ar ciparu filtriem	134
<i>Kuisti H.</i> 220 kV tīkla pieslēgšana kā daļa no darbības atjaunošanas	141
<i>Kuisti H.</i> Tīkla pieslēgumu modelēšanas skaitliskie risinājumi	146
<i>Bandza A., Nargelas A.</i> Tvaika turbīnas dinamiskā modeļa identifikācija pēc eksperimentu datiem	152
<i>Lomane T., Voinovska A., Belugina V.</i> Optimizācijas metožu izmantošana distancereļu uzlabošanai	159
<i>Šnīders A.</i> Nestacionāro procesu stabilizācija tvaika katlā	166
<i>Blumberga D., Vītoliņš R., Orlovs R.</i> Vides projektu realizācija enerģētikas sektorā. Izpētes metodika	172

<i>Veidenbergs I., Blumberga A., Blumberga M.</i> Koģenerācijas ietekme uz vidi un klimatu	179
<i>Akiņins A., Ļubarskis D., Rosovskis J.</i> Releju aizsardzības un energosistēmu pretavārijas aizsardzības mikroprocesoru iekārtu elektrisko informatīvo lielumu ievade un pārveidošana	185
<i>Ļubarskis D.</i> Paralēlās darbības stabilitātes traucējumu automātiskās novēršanas programmatūras līdzekļi	190
<i>Liik O., Landsbergs M., Oidrams M.</i> Vēja turbīnu interģācijas iespēju analīze Igaunijas energosistēmā	196
<i>Šuvalova J., Valdma M.</i> Inkrementālo ražošanas izmaksu ekonomiskā aproksimācija	204
<i>Terno O., Valdma M.</i> Varbūtējiskā pieeja rezervju optimālā sadalījuma nodrošināšanai	210
<i>Leščenko S., Vasiļjevs A.</i> Spektrālās analīzes metožu salīdzināšana izmantošanai mikroprocesoru iekārtās	215
<i>Imriss P., Lehtonens M.</i> Dažādu signālu apstrādes tehniku salīdzinājums bojājumu vietas noteikšanai ar ceļojošā viļņa metodi.....	220
<i>Imriss P., Lehtonens M.</i> Bojājumu vietas noteikšana apakšzemes sadales tīklā ar ceļojošo viļņu metodi	227
<i>Kēels M., Tammoja H.</i> Sadalītās ģenerācijas iespējas Igaunijā	233
<i>Barkāns J., Vasiļjevs A., Leščenko S., Neipreiss S.</i> Transformatoru mikroprocesoru sprieguma regulatoru izmantošanas iespējas	237
<i>Bažbauers G., Sarma U., Kundziņa A.</i> Tarifu noteikšanas metodes ietekmes uz vidi samazinošam siltuma un elektroenerģijas ražošanas procesam koģenerācijas iekārtās.....	242
<i>Blumberga A., Veidenbergs I.</i> Tehnisko klimata indikatoru vērtējums Latvijas elektroenerģētiskajā sistēmā	247

CONTENTS

<i>Preface</i>	3
<i>Ekmanis Y., Zebergs V., Zeltins N.</i> The prognostication problems of the development of generating capacities in Latvia	15
<i>Sauhats A., Leshcenko S., Ljubarskij D.</i> Mikroprocessor based terminal of anti- emergency complex for the Baltic states electric power systems	23
<i>Chuvychin V., Gurov N., Rubcovs S., Strelkovs V.</i> Quality problems of frequency and active power control for parallel operating electric power systems	30
<i>Deksnyš R., Staniulis R., Šablinskās A.</i> Calculation of technical electric power losses in 0.38-35 kV distribution network	36
<i>Krišhans Z., Oleinikova I., Kutjuns A.</i> The approach for calculation of network reliability level cost under liberalized electricity market	43
<i>Guseva S., Mahnitko A., Krišhans Z.</i> NPV as a criterion for electrotechnical equipment's suppliers selection	49
<i>Sauhats A., Vasiljev A., Ljubarskij D.</i> Power transformers adaptive automation	55
<i>Sauhats A., Danilova M.</i> Two Terminal Based Fault Location Algorithms for Power Transmission Lines	62
<i>Chuvychin V., Gurov N., Skutelis A.</i> Optimization of the Daugava hydro power plants' control methods	70
<i>Rozenkrons J., Jermuts S.</i> The assessment of independent producer' power stations in regard to provision of reactive power balance in electric grid	76
<i>Rekis J., Vanzovichs E.</i> Electricity production from renewable energy sources in Latvia – status and perspective	84

<i>Heine P., Poljanheimo P., Lehtonen M.</i>	
Measured voltage sag distributions	91
<i>Pylvänäinen J., Nousiainen K.</i>	
Utilising different loading guides and neural network analysis for transformer condition monitoring	98
<i>Svinkūnas G., Navickas A.</i>	
Electric load forecasting using artificial neural networks	105
<i>Azubalis V., Jonaitis A., Nargelas A.</i>	
Estimation of Power System Frequency Response Characteristics .	111
<i>Svalova I., Sauhats A. Svalovs A.</i>	
Algorithms for detection of asynchronous conditions	118
<i>Barkan J., Zicmane I.</i>	
HPP energy in market condition	124
<i>Lehtonen M., Imris P., Elhaffar A.</i>	
Modelling of the MV measurement transformers for transients ...	128
<i>Barkan J., Zicmane I.</i>	
Investigation and classification of the annual energy potential of the world's rivers using digital filters	134
<i>Kuisti H.</i>	
Energising the 220 kV grid as part of restoration process	141
<i>Kuisti H.</i>	
Numerical issues related to the simulations of grid energisations ...	146
<i>Bandza A., Nargelas A.</i>	
The identification of steam turbine dynamic model according to experimental data	152
<i>Lomane T., Voinovska A., Belugina V.</i>	
The Application of the Optimisation Methods for Distance Relay Improvement	159
<i>Šnidars A.</i>	
Transient process stabilization in a steam boiler	166

<i>Blumberga D., Vitolins V., Orlovs R.</i>	
Implementation of environmental projects in energy sector.	
Methodology of investigation	172
<i>Veidenbergs I., Blumberga A., Blumberga M.</i>	
Impact of Cogeneration on Environment and Climate	179
<i>Akinin A., Lubarsky D., Rossovsky E.</i>	
Input and transformation of electric values for microprocessor devices of relay protection and emergency automatics of power supply systems	185
<i>Lyubarsky D.</i>	
Software-technical means of automatic prevention of infringement of stability of parallel work	190
<i>Liik O., Landsberg M., Oidram R.</i>	
Analysis of possibilities to integrate wind turbine into Estonian power system	196
<i>Shuvalova J., Valdma M.</i>	
Economic approximation of incremental production costs	204
<i>Terno O., Valdma M.</i>	
A probabilistic approach to the optimal scheduling of reserves ...	210
<i>Leshchenko S., Vasiljev A</i>	
Some methods of the spectral analysis comparison for microprocessor devices	215
<i>Imris P., Lehtonen M.</i>	
A comparison of different signal processing techniques for travelling wave fault location	220
<i>Imris P., Lehtonen M.</i>	
Fault location in underground distribution networks using travelling waves	227
<i>Keel M., Tammoja H.</i>	
Possibilities of distributed generation in Estonia	233
<i>Barkan J., Leschenko S., Vasiljev A., Neipreiss S.</i>	
Using possibilities of transformers voltage regulators	237

Bazbauers G., Sarma U., Kundzina A.

Methods of tariff determination for reduced environmental
impact heat and power production process in cogeneration units ... 242

Blumberga, A., Veidenbergs, I.

Evaluation of technical climate indicators
in Latvian electricity system 247

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Экманис Ю., Зеберг В., Зелтиньш Н.</i> Проблемы прогнозирования развития генирирующих мощностей в Латвии	15
<i>Саухатас А., Леценко С., Любарский Д.</i> Микропроцесорный терминал противоаварийного комплекса энергосистем Балтийских стран	23
<i>Чувьчин В., Гуров Н., Рубцов С., Стрелков В.</i> Проблемы качества регулирования частоты и активной мощности для параллельно работающих энергосистем	30
<i>Декснис Р., Станюлис Р., Шаблинскас А.</i> Расчет технических потерь в распределительных сетях 0,38-35 кВ	36
<i>Кришан З., Олейникова И., Кутюн А.</i> Приципы расчета затрат на обеспечение надежности электросетей в условиях свободного рынка электроэнергии	43
<i>Гусева С., Махнитко А., Кришан З.</i> NPV как критерий отбора поставщиков электротехнического оборудования	49
<i>Саухатс А., Васильев А., Любарский Д.</i> Адаптивная автоматика высоковольтных трансформаторов	55
<i>Саухатс А., Данилова М.</i> Двухтерминальный комплекс фиксации мест повреждения высоковольтных линий электропередачи	62
<i>Чувьчин В., Гуров Н., Скутелис А.</i> Оптимизация методов управления каскадом гидроэлектростанций реки Даугава	70
<i>Розенкронс Я., Ермутс С.</i> Роль электростанций независимых производителей в балансе реактивной мощности узлов нагрузки	76

<i>Рекис Я., Ванзович Э.</i>	
Применение возобновляемых энергоресурсов для производства электроэнергии в Латвии – существующее положение и перспективы	84
<i>Хейне П., Похьянхеймо П., Лехтонен М.</i>	
Распределение отклонений замеров напряжения	91
<i>Пилвенеинен Я., Ноуспайнен К.</i>	
Использование различных вариантов нагрузок и применение нейронных сетей для мониторинга состояния трансформаторов	98
<i>Свинкунас Г. Навицкас А.</i>	
Прогнозирование электрических нагрузок используя искусственные нейронные сети	105
<i>Ажубалис В., Йонайтис А., Наргелас А.</i>	
Оценка параметров частотных характеристик энергетической системы	111
<i>Свалова И., Саухатс А., Свалов А.</i>	
Алгоритмы выявления асинхронного режима	118
<i>Баркан Я., Цицмане И.</i>	
Энергия ГЭС в условиях рынка	124
<i>Лехтонен М., Имрис П., Эляфффар А.</i>	
Моделирование измерительных трансформаторов среднего напряжения в переходных процессах	128
<i>Баркан Я., Цицмане И.</i>	
Исследование и классификация энергетического потенциала рек методом цифровой обработки сигналов	134
<i>Куусты Г.</i>	
Подключение сети 220 kV как составляющая восстановления режима работы	141
<i>Куусты Г.</i>	
Численные решения при моделировании подключения сети	146

Бандза А., Наргелас А.

Идентификация математической модели паровой турбины по данным эксперимента 152

Ломан Т., Войновская А., Белугина В.

Применение оптимизационных методов для улучшения дистанционных реле 159

Шнидерс А.

Стабилизация нестационарных процессов в паровом котле 166

Блумберга Д., Витолинъш В., Орловс Р.

Реализация проектов охраны окружающей среды в энергосекторе. Методика исследования 172

Вейденберг И., Блумберга А., Блумберга М.

Влияние когенерации на окружающую среду и климат 179

Акинин А., Любарский Д., Россовский Е.

Ввод и преобразование электрических величин для микропроцессорных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики энергосистем 185

Любарский Д.

Программно-технические средства автоматического предотвращения нарушения устойчивости параллельной работы 190

Лийк О., Ландсберг М., Ойдрам Р.

Анализ возможностей интегрирования электростанций в Эстонскую энергосистему 196

Шувалова Е., Валдма М.

Экономическая аппроксимация характеристики относительных приростов 204

Терно О., Валдма М.

Вероятностный подход к оптимальному распределению резервов 210

Лещенко С., Васильев А.

Сравнение методов спектрального анализа при использовании в микропроцессорных устройствах 215

<i>Имрис П., Лехтонен М.</i> Сравнение различной техники обработки сигнала при определении места повреждения с помощью волнового метода	220
<i>Имрис П., Лехтонен М.</i> Использование волнового метода для определения места повреждения в подземной распределительной сети	227
<i>Кээл М., Таммоя Х.</i> Возможности распределенного производства электроэнергии в Эстонии	233
<i>Баркан Я., Васильев А., Леценко С., Нейтрейс С.</i> Использование микропроцессорных регуляторов напряжения трансформаторов	237
<i>Бажбауерс Г., Сарма У., Кундзиня А.</i> Влияние методов определения тарифов на окружающую среду снижающего процесса производства тепла и электроэнергии в когенерационных установках	242
<i>Блумберга А., Вейденберг И.</i> Оценка технических климатических индикаторов электроэнергетической системы Латвии	247