

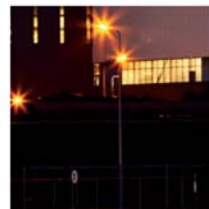
**Краткий обзор  
и обобщение докладов  
45-й сессии СИГРЭ**

**Париж, Франция  
24 – 29 августа 2014 г.**

Выпуск 1 – 2. 2015

# **ЭНЕРГЕТИКА** *за рубежом*

Приложение к журналу **ЭНЕРГЕТИК**



Выпуск 1 – 2. 2015

# ЭНЕРГЕТИКА

## за рубежом

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
ЖУРНАЛА «ЭНЕРГЕТИК»

**А. Ф. ДЬЯКОВ**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ  
ЖУРНАЛА «ЭНЕРГЕТИКА  
ЗА РУБЕЖОМ»

**А. Ф. Дьяков** (председатель),  
**И. И. Батюк, Ю. В. Вихрев,**  
**Н. Ф. Горев, В. А. Джангиров,**  
**Л. М. Ерёмин, В. М. Липовских,**  
**Э. М. Фархадзаде, Э. М. Перминов**

АДРЕС РЕДАКЦИИ

**115280, Москва,**  
**ул. Автозаводская, 14**

Тел. **(495) 675-19-06**

Факс **(495) 234-74-21**

E-mail: **energetick@mail.ru**  
**www.energetik.energy-journals.ru**

РЕДАКТОР

**Ю. А. Винярская**

ХУДОЖ.-ТЕХН. РЕДАКТОР

**Т. Ю. Андреева**

Сдано в набор 25.02.2015.

Подписано в печать 20.03.2015.

Формат 60×84 1/16.

Печать офсетная. Печ. л. 15.

Заказ EZR-1 – 2/2015.

Макет выполнен  
издательством «Фолиум».

Отпечатано типографией  
издательства «Фолиум»:  
127411, Москва, Дмитровское ш., 157.

Приложение к журналу **ЭНЕРГЕТИК**

Издаётся с июля 2000 г.

### СОДЕРЖАНИЕ

*Под редакцией А. Ф. Дьякова и Ю. Н. Кучерова*

Предисловие . . . . .	3
Обобщение мировых тенденций развития техники и технологий для больших электроэнергетических систем (по итогам 45-й сессии СИГРЭ в 2014 г.) . . . . .	6
Исследовательский комитет А1 «Вращающиеся электрические машины» . . . . .	19
Исследовательский комитет А2 «Трансформаторы» . . . . .	33
Исследовательский комитет А3 «Высоковольтное оборудование» . . . . .	53
Исследовательский комитет В1 «Изолированные кабели» . . . . .	72
Исследовательский комитет В2 «Воздушные линии» . . . . .	95
Исследовательский комитет В3 «Подстанции» . . . . .	110
Исследовательский комитет В4 «Системы постоянного тока высокого напряжения и силовая электроника» . . . . .	132
Исследовательский комитет В5 «Релейная защита и автоматизация» . . . . .	140
Исследовательский комитет С1 «Планирование развития энергосистем и экономика» . . . . .	162
Исследовательский комитет С2 «Функционирование и управление энергосистем» . . . . .	185
Исследовательский комитет С3 «Влияние энергетики на окружающую среду» . . . . .	201
Исследовательский комитет С4 «Технические характеристики энергосистем» . . . . .	208
Исследовательский комитет С5 «Рынки электроэнергетики и регулирование» . . . . .	224
Исследовательский комитет С6 «Системы распределения электроэнергии и распределённая генерация» . . . . .	238
Исследовательский комитет D1 «Материалы и новые методы контроля» . . . . .	247
Исследовательский комитет D2 «Информационные системы и телекоммуникации» . . . . .	256
Предпочтительные темы 46-й сессии СИГРЭ 2016 г. . . . .	268

*Материалы рекомендованы к публикации решением совместного заседания Научного совета РАН по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики, Научно-технической коллегии НТС ЕЭС и Технического комитета РНК СИГРЭ от 10.12.2014 (протокол № 10/14).*

В сборнике представлены материалы, подготовленные представителями РНК СИГРЭ в исследовательских комитетах, обобщающие основные итоги 45-й сессии СИГРЭ (Париж, 2014 г.). Дана краткая характеристика тенденций, уровня развития материалов, технологий, оборудования, совершенствования моделей управления развитием и функционированием энергосистемы.

Одной из основных масштабных задач является адаптация технологического и рыночного управления энергосистемами в связи с интеграцией нарастающих объёмов возобновляемых источников энергии. Целый ряд новых технологий – на базе силовой электроники, фотоэлектронного преобразования энергии, электронного накопления энергии, управления спросом и др., активно внедряются в энергосистемах, придавая им всё большее очертание высоконадёжных и высокоэффективных интеллектуальных энергосистем будущего.

Данная информация полезна для широкого круга специалистов-электроэнергетиков, менеджеров, аспирантов и студентов электроэнергетических специальностей технических вузов страны.

## Предисловие

С 23 по 29 августа 2014 г. во Дворце конгрессов (Париж, Франция) состоялись мероприятия 45-й пленарной сессии Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения (CIGRE). В рамках сессии проводились заседания органов управления СИГРЭ, пленарные заседания и семинары, заседания 16 исследовательских комитетов (ИК) с представлением стендовых докладов, встречи рабочих групп, многочисленные круглые столы и техническая выставка. Материалы сессии размещены на официальном сайте СИГРЭ [www.cigre.org](http://www.cigre.org).

В сессии приняли участие делегации более чем 90 стран, а также наблюдатели от крупных международных энергетических организаций, таких как CIREN, IEEE-PEC, МЭК и др. Общее число делегатов составило более 3200 человек, свыше 8500 человек посетили техническую выставку.

В состав российской делегации вошли более 130 участников – представителей российских электроэнергетических и электротехнических компаний, организаций и институтов, а также студенты – члены Молодёжной секции РНК СИГРЭ. Делегацию возглавил Председатель РНК СИГРЭ, Председатель Правления ОАО «СО ЕЭС» **Б. И. Аюев**. Информация об участии российских специалистов в деятельности СИГРЭ на пленарных сессиях и в мероприятиях межсессионного периода – конференциях, коллоквиумах, заседаниях технических комитетов и рабочих групп содержится на сайте РНК СИГРЭ [www.cigre.ru](http://www.cigre.ru).

За время работы сессии представлены более 450 технических докладов и сообще-

ний по проблемам развития крупных энергосистем и их интеграции, вопросам диспетчерского управления режимами работы, аварийных технологических нарушений, обеспечения надёжности и безопасности энергоснабжения, новых технологий, электротехнических материалов и оборудования. Члены РНК СИГРЭ на заседаниях исследовательских комитетов и пленарных заседаниях выступили с десятью докладами.

За день до церемонии открытия 45-й сессии состоялись заседания постоянно действующих административных органов СИГРЭ – Управляющего комитета и Административного совета созыва 2012 – 2014 гг. Российский национальный комитет СИГРЭ представлял член Управляющего комитета и Административного совета от России Председатель Технического комитета РНК СИГРЭ, Почётный Председатель РНК СИГРЭ профессор **А. Ф. Дьяков**.

На заседаниях рассмотрены актуальные вопросы реорганизации Центрального офиса и информационных продуктов, развития сотрудничества с международными отраслевыми организациями (CIREN, IEC, IEEE и др.), развития проекта «Зелёная книга», состава Административного совета нового созыва 2014 – 2016 гг. для вынесения на утверждение Генеральной ассамблеи, нового состава Управляющего комитета.

Церемония открытия сессии проходила 24 августа 2014 г. С приветственным докладом «Энергосистемы XXI века – надёжные, управляемые и гибкие» выступил Президент американской компании PJM Interconnection LLC **г-н Терри Бостон**. Основное внимание докладчик уделил задачам управления электроэнергетическими системами (ЭЭС) в условиях ужесточения тре-

бований со стороны Регулятора, интеграции нарастающих объёмов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергосистему США, противодействию природным катаклизмам, стратегическим направлениям развития электроэнергетики США, в том числе, в связи с перспективным изменением топливного баланса, вследствие вовлечения значительных объёмов сланцевого газа и др.

25 августа 2014 г. состоялись пленарные заседания и семинары:

■ Пленарное заседание «Изменение условий функционирования энергосистем – региональные перспективы».

■ Семинар ИК С2 «Функционирование и развитие энергосистем» и С5 «Рынки электроэнергии и регулирование» «Крупные аварии: перспективные условия функционирования энергосистем и энергорынок» (Large Disturbances).

■ Пленарное заседание ЕРЭЕ (European Partnership for energy and the environment – Европейское партнёрство по энергетике и окружающей среде) по вопросам образования в электроэнергетике.

Пленарные доклады были посвящены вопросам интеграции и влияния крупномасштабных объёмов ВИЭ на функционирование энергосистем, а также дальнейшее развитие энергообъединений в Индии, Турции и Западной Европе, Африке, Азии, Океании, Северной Америки. Большой интерес вызвал доклад представителей CERPI (Китай) по анализу аварий в энергосистеме Китая в 2012 – 2013 гг., причиной которых стали природные явления. Сформулирована новая задача управления гибридными сетями переменного/постоянного тока.

Интеграция в энергосистему электростанций на основе ВИЭ и распределённой генерации (РГ) обуславливает развитие новых технологий, включая ветряные турбины, фотоэлектронное преобразование энергии, силовую электронику, накопители электрической энергии, электротранспорт с инфраструктурой заряда от электрической сети, управление спросом и др.

В силу специфики работы объектов на основе ВИЭ в составе ЭЭС возникают дополнительные задачи/проблемы системного характера, в том числе балансирование ЭЭС, обеспечение наблюдаемости ЭЭС и регулирования частоты, напряжения и перетоков мощности, поддержание резервов мощности, обеспечение устойчивости работы объектов ВИЭ при возмущениях в ЭЭС, а также при работе в изолированном режиме. Формируется новый класс задач технологического и рыночного развития энергосистем, связанных с вовлечением активных потребителей в процесс управления режимами энергосистем, активным характером распределительных электрических сетей, развитием подходов по прогнозированию и планированию режимов работы ЭЭС, выбору состава оборудования, управлению в рамках меняющихся границ контрольных зон (технологических и рыночных операторов).

В ЭЭС появляются новые объекты управления, такие как виртуальные электростанции (VPP), активные потребители, агрегаторы, виртуальные крупные накопители электроэнергии (VLB), энергетические хабы, гибридные системы, микроэнергосистемы, многопродуктовые энергетические системы.

Большое внимание уделено условиям применения систем накопления электроэнергии (СНЭ, BESS). Выделяются технологии накопления на базе электрохимических аккумуляторных батарей большой мощности. Ряд технических комитетов (С1, С5, С6) проводят исследования в данной области, с формированием соответствующих рабочих групп.

В настоящем сборнике представлены отчёты представителей РНК СИГРЭ в 16 исследовательских комитетах. Публикуемые отчёты реферативно отражают передовые знания в сфере развития и применения новых материалов, технологий и оборудования энергосистем. Многие из них прошли стадии технологического и коммерческого освоения и вносят всё более ощутимый вклад в развитие энергосистемы будущего.

Во время сессии проходили заседания технических комитетов, на которых были рассмотрены доклады представителей разных стран, классифицированные по пред-

почтительным темам и стратегическим приоритетным направлениям.

Опубликованные предпочтительные темы очередной 46-й сессии СИГРЭ охватывают широкий круг вопросов, включая развитие методов планирования с учётом жизненного цикла оборудования, интеграцию объектов HVDC и ВИЭ, воздействие на энергосистему объектов ВИЭ, управление энергосистемами с учётом объектов распределённой генерации, как и развитие моделей рынков с учётом данных факторов и др.

Полный перечень предпочтительных тем 46-й сессии СИГРЭ 2016 г. доступен на сайте РНК СИГРЭ ([http://www.cigre.ru/activity/session/session\\_2016/Prefer.Subjects\\_46\\_session\\_2016.pdf](http://www.cigre.ru/activity/session/session_2016/Prefer.Subjects_46_session_2016.pdf)).

Данная информация полезна для широкого круга специалистов-электроэнергетиков, менеджеров, аспирантов и студентов электроэнергетических специальностей технических вузов страны.

# Журнал «Энергетика за рубежом»

## Приложение к журналу «Энергетик»

Подписывайтесь на специальное приложение к журналу «Энергетик» — «Энергетика за рубежом». Приложение выходит один раз в два месяца.

Журнал «Энергетика за рубежом» знакомит читателей с важнейшими проблемами современной зарубежной электроэнергетики:

- развитие и надёжность энергосистем и энергообъединений;
- особенности и новшества экономических и рыночных отношений в электроэнергетике;
- опыт внедрения прогрессивных технологий в энергетическое производство;
- модернизация и реконструкция (перемаркировка) оборудования электростанций, электрических и тепловых сетей;
- распространение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- энергосбережение, рациональное расходование топлива и экологические аспекты энергетики.

Подписку можно оформить в любом почтовом отделении связи по объединённому каталогу «ПРЕССА РОССИИ». Том 1. Российские и зарубежные газеты и журналы.

**87261 — подписной индекс журнала**  
**«Энергетика за рубежом» —**  
*приложения к журналу «Энергетик»*

## ПОДПИСКА

115280, Москва, ул. Автозаводская, 14.

Тел./факс (495) 234-74-21.

[energetick@mail.ru](mailto:energetick@mail.ru)

Расценки подписки через редакцию на первое полугодие 2015 г.

Наименование издания	Подписной индекс	Цена одного экземпляра без почтовых расходов в рублях	
		без НДС	с НДС
Энергетик	71108	<b>905,00</b>	<b>995,50</b>
Библиотечка электротехника	88983	<b>615,00</b>	<b>676,50</b>
Энергетика за рубежом	87261	<b>580,00</b>	<b>638,00</b>



