



ЭНЕРГЕТИК·2021

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-МАССОВЫЙ ЖУРНАЛ

**ПРАКТИЧЕСКОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ИЗДАНИЕ**



115280, Москва,
3-й Автозаводский пр., 4, корп. 1
Тел. +7 495 234-74-21
E-mail: energetick@mail.ru
www.energetik.energy-journals.ru



Информационный
партнёр НИК
B5 РНК СИГРЭ
«Релейная защита
и автоматика»

Редакционная коллегия:

Э. П. ВОЛКОВ, академик РАН,
д. т. н., проф. (главный редактор)
Е. В. АМЕТИСТОВ, член-корр. РАН, д. т. н., проф.
Я. Л. АРЦИШЕВСКИЙ, к. т. н.
Б. А. АФАНАСЬЕВ
Б.-Э. БАЯР, к. т. н. (Монголия)
Е. И. БОРИСОВ, д. т. н., проф.
П. А. БУТЫРИН, член-корр. РАН, д. т. н., проф.
Ю. А. ВИНЯРСКАЯ (зам. главного редактора)
Ю. В. ВИХРЕВ, к. т. н.
Е. П. ГРАБЧАК, к. э. н.
В. И. ГУЩА
Ю. А. ДЕМЕНТЬЕВ
В. В. ЖУКОВ, д. т. н., проф.
Ю. И. ЖУКОВ, к. т. н.
Е. Н. ИВАНОВ, к. т. н.
П. В. ИЛЮШИН, д. т. н.
М. КОЛЦУН, к. т. н., проф. (Словацкая Республика)
Г. Б. ЛАЗАРЕВ, к. т. н.
В. В. МОЛОДУЮК, д. т. н., проф.
А. С. МУРАЧЁВ
В. Г. НИКОЛАЕВ, д. т. н.
И. А. НОВОЖИЛОВ (зам. главного редактора)
Э. М. ПЕРМИНОВ, к. т. н.
Н. Д. РОГАЛЁВ, д. т. н., проф.
Н. А. РУСТАМОВ, к. ф.-м. н.
Г. А. РЯБОВ, д. т. н.
С. Л. СЛЯДНЕВ
Э. М. ФАРХАДЗАДЕ, д. т. н., проф.
(Азербайджанская Республика)
Н. М. ЧУТЧЕВ
А. Ф. ШКОНДИН
В. И. ЭДЕЛЬМАН, д. э. н., проф.

Журнал включён в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Адрес учредителя и издателя
АО «НТФ Энергопрогресс»:
129090, Москва, ул. Щепкина, 8

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
115280, Москва, 3-й Автозаводский проезд,
д. 4, корп. 1
Тел. +7 (495) 234-74-21
energetik.energy-journals.ru
E-mail: energetick@mail.ru

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ:
129090, Москва, ул. Щепкина, 8
АО «НТФ Энергопрогресс»
(для журнала «Энергетик»)

Редакторы: **Ю. А. Винярская, Е. В. Ромашко**
Корректор **Л. Н. Ниютенко**
Худож.-техн. редактор **Т. Ю. Андреева**

Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-37408 от 04.09.2009 г.;
рег. орган Роскомнадзор

Перепечатка, копирование материалов,
опубликованных в журнале «Энергетик», допускается
только с письменного разрешения редакции.

Сдано в набор 20.01.2021. Подписано в печать 12.02.2021.
Дата выхода в свет 20.02.2021. Формат 60×84 1/8. Печать оф-
сетная. Усл. печ. л. 8,25. Тираж 2700 экз. Заказ EN/02-2021.

Оригинал-макет выполнен издательством «Фолиум».
Отпечатано типографией издательства «Фолиум»:
127411, Москва, Дмитровское ш., 157, стр. 6.

Цена свободная.

Содержание

НАДЁЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ. Львов М. Ю., Львов Ю. Н. Развитие нормативно-технической документации для обеспечения эксплуатационной надёжности силовых трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 110 кВ и выше	3
В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ. Попов А. Б. О предельных сроках эксплуатации энергетического оборудования	8
Шкондин А. Ф. Послесловие к статье А. Б. Попова «О предельных сроках эксплуатации энергетического оборудования»	14
Лазарев Г. Б. Комментарий к статье Попова А. Б. «О предельных сроках эксплуатации энергетического оборудования»	15
ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН. Беляков В. В., Голоднова О. С., Виницкий Ю. Д., Кузьмичев В. А. О разработке классификатора дефектов турбогенераторов для создания систем автоматизированного контроля и прогнозирования их технического состояния	18
Ростик Г. В. Отклик на статью Белякова В. В., Голодновой О. С., Виницкого Ю. Д., Кузьмичева В. А. «О разработке классификатора дефектов турбогенераторов для создания систем автоматизированного контроля и прогнозирования их технического состояния»	26
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ. Полижаров А. С., Макоклюев Б. И., Антонов А. В., Басов А. А., Алла Ю. Э. Обеспечение надёжности расчётов по планированию и оперативной коррекции графиков потребления электрической мощности	28
Малафеев А. В., Кашкарова Ю. С. Определение оптимального уровня напряжения в узлах сети электроснабжения предприятия	31
Каганов В. И. Защита от гололёда воздушных линий электропередачи с помощью высокочастотной электромагнитной волны	37
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. Лесных А. В., Упский М. В., Глазбная А. А. Оценка возможности термической утилизации замазученных вод в котлах разных типов	42
БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА. Пигалов Д. А. Опыт применения ГОСТ Р 56302–2014. Необходимость расширения его действия на энергообъекты напряжением 3 – 20 кВ	46
Поздравляем юбиляра. Пешкун В. А. К 80-летию Валерия Ивановича Коробова	51

ХРОНИКА ИНФОРМАЦИЯ

Закиров Д. Г., Файзрахманов Р. А., Николаев А. В., Мухамедшин М. А. Разработка научных основ энергоэффективной экономики Пермского края, результаты внедрения	52
Аврцкий Георг Давидович (2.10.1939 – 2.02.2021)	57
Abstracts	58

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несёт

ENERGETIK

POWER & ELECTRICAL ENGINEERING

No. 2 February 2021 Moscow, Company «Energoprogress» Published since June 1928

MONTHLY POPULAR ENGINEERING
JOURNAL «ENERGETIK»

FOUNDERS:

MINISTRY OF ENERGY OF THE RUSSIAN FEDERATION,
FEDERAL GRID COMPANY OF UNIFIED ENERGY
SYSTEM, CORPORATION INTEGRAL ELECTRIC POWER
COMPLEX, SCIENTIFIC AND TECHNICAL FIRM
«ENERGOPROGRESS», ALL-RUSSIA ELECTRA
TRADE UNION, NONCOMMERCIAL PARTNERSHIP
«SCIENTIFIC AND TECHNICAL COUNCIL
OF THE UNIFIED ENERGY SYSTEM»

Editorial board:

E. P. VOLKOV, Academician of the RAS,
Dr. Tech. Sci., prof. (Editor-in-Chief)
E. V. AMETISTOV, Corr. member of the RAS,
Dr. Tech. Sci., prof.
Ya. L. ARTSISHEVCKIJ, Cand. Tech. Sci.
B. A. AFANASYEV
B.-E. BAYAR, Cand. Tech. Sci. (Mongolia)
E. I. BORISOV, Dr. Tech. Sci.
P. A. BUTYRIN, Corr. member of the RAS,
Dr. Tech. Sci., prof.
N. M. CHUCTCHEV
Yu. A. DEMENTIEV
V. I. EDELMAN, Dr. Econ. Sci., prof.
E. M. FARKHADZADE, Dr. Tech. Sci., prof.
(Azerbaijan Republic)
E. P. GRABCHAK, Cand. Econ. Sci.
V. I. GUSHCHA
E. N. IVANOV, Cand. Tech. Sci.
P. V. ILYUSHIN, Dr. Tech. Sci.
M. KOLCUN, Ph.D. (Technical) (Slovak Republic)
G. B. LAZAREV, Cand. Tech. Sci.
V. V. MOLODYUK, Dr. Tech. Sci., prof.
A. S. MURACHYOV
V. G. NIKOLAEV, Dr. Tech. Sci.
I. A. NOVOZHILOV (Deputy Editor-in-Chief)
E. M. PERMINOV, Cand. Tech. Sci.
N. D. ROGALEV, Dr. Tech. Sci., prof.
N. A. RUSTAMOV, Cand. Phys.-Math. Sci.
G. A. RYABOV, Dr. Tech. Sci.
A. F. SHKONDIN
S. L. SLYADNEV
Yu. V. VIKHREV, Cand. Tech. Sci.
Yu. A. VINYARSKAYA (Deputy Editor-in-Chief)
V. V. ZHUKOV, Dr. Tech. Sci., prof.
Yu. I. ZHUKOV, Cand. Tech. Sci.

ADDRESS:

4/1, 3rd Avtozavodsky proezd,
Moscow 115280, Russia
Phone +7-495-234-74-21
E-mail: energetick@mail.ru
energetik.energy-journals.ru

Editors:

Yu. A. Vinyarskaya, **E. V. Romashko**
Proofreader **L. N. Nikitenko**
Technical editor **T. Yu. Andreeva**

Produced by Folium Publishing Co.
157, Dmitrovskoe sh., Moscow 127411, Russia
Printed by Folium Publishing Co.
157, Dmitrovskoe sh., Moscow 127411, Russia

Contents

EQUIPMENT RELIABILITY. Lvov M. Yu., Lvov Yu. N. Development of normative and technical documentation to ensure the operational reliability of power transformers and autotransformers with voltage of 110 kV and higher	3
DISCUSSION. Popov A. B. About the dead line of power engineering equipment service	8
Shkondin A. F. Afterword to the Popov A. B. article «About the dead line of power engineering equipment service»	14
Lazarev G. B. Comment to the Popov A. B. article «About the dead line of power engineering equipment service»	15
DIAGNOSTICS AND MONITORING ROTATING HIGH VOLTAGE ELECTRIC MACHINES. Belyakov V. V., Golodnova O. S., Vinititskiy Yu. D., Kuzmichev V. A. About development of the turbogenerators defect classifier for systems creation for automated control and prediction of their technical condition	18
Rostik G. V. Response to the article by Belyakov V. V., Golodnova O. S., Vinititskiy Yu. D., Kuzmichev V. A. «About development of the turbogenerators defect classifier for systems creation for automated control and prediction of their technical condition»	26
MODES PERFECTION. Polizharov A. S., Makokluev B. I., Antonov A. V., Basso A. A., Alla Yu. E. Securing of computation for planning and real-time correction of electric energy consumption schedule	28
Malafeev A. V., Kashkarova Yu. S. Determination of the optimal voltage level at the plant substation with intraday control of the mode under conditions of information about the loads uncertainty	31
Kaganov V. I. Protection against silver thaw of overhead transmission line with the help of short-period magneto-electric wave	37
ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING. Lesnykh A. V., Upsky M. V., Glazebnaya A. A. Assessment of the oily water thermal utilization possibility in boilers of different type	42
SAFETY AND HEALTH PROTECTION. Pigalov D. A. Experience of application of GOST R 56302 – 2014. The need to extend its effect on power facilities of 3 – 20 kV	46
Congratulations. V. I. Korobov (to 80 th anniversary)	51

CURRENT EVENTS. INFORMATION

Zakirov D. G., Fajzrakhmanov R. A., NIKOLAEV A. V., Mukhamedshin M. A. Development of the scientific foundations of the energy-efficient economy of the Perm Region. The results of the implementation	52
In memory of G. D. Avrutskii (2.10.1939 – 2.02.2021)	57
Abstracts	58

SUBSCRIPTION INDEX 71108 («Pressa Rossii»)

DOI: 10.34831/EP.2021.66.78.005

УДК 621.311

Обеспечение надёжности расчётов по планированию и оперативной коррекции графиков потребления электрической мощности

ПОЛИЖАРОВ А. С., канд. техн. наук
МАКОКЛЮЕВ Б. И., доктор техн. наук
АНТОНОВ А. В.

ООО «Энергостат»

115201, Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3

БАСОВ А. А., АЛЛА Ю. Э.

АО «СО ЕЭС»

109074, Москва, Китайгородский пр., 7, стр. 3
office@energostat.ru



А. С. Полижаров



Б. И. Макоклюев



А. В. Антонов



А. А. Басов



Ю. Э. Алла

Рассматривается процесс планирования и оперативная коррекция внутрисуточных плановых графиков электропотребления энергосистем ЕЭС России, выполняемая в АО «СО ЕЭС». Расчёты и коррекция осуществляется оперативно-диспетчерским персоналом с использованием аппаратно-программных комплексов. Описаны подходы и методы обеспечения надёжности процесса планирования.

Ключевые слова: планирование, прогнозирование, оперативная коррекция, активная мощность, энергосистема, потребление активной мощности, диспетчерское управление.

Планирование параметров электроэнергетического режима энергосистемы — одна из важных задач обеспечения функционирования электроэнергетики [1, 2]. Для выполнения задач по управлению технологическими режимами работы объектов ЕЭС России и обеспечения единства и эффективной работы технологических механизмов оптового и розничных рынков электрической энергии и мощности (ОРЭМ) Системный оператор Единой энергетической системы (АО «СО ЕЭС») осуществляет, в частности, прогнозирование объёмов потребления электрической энергии и мощности — важнейшие показатели энергосистемы, определяющие основные аспекты её работы —

состав включённого генерирующего оборудования, графики нагрузки каждой электростанции, перетоки активной мощности в контролируемых сечениях электрической сети. Прогнозирование электропотребления в СО ЕЭС выполняется ежедневно на краткосрочный период (от одних до четырёх суток вперёд) и ежедневно на оперативный период (до 24 ч вперёд) во всех диспетчерских центрах (ДЦ):

- в региональных диспетчерских управлениях (РДУ) для уровня энергосистемы;
- в объединённых диспетчерских управлениях (ОДУ) для уровня объединённой энергосистемы (ОЭС);

- в главном диспетчерском центре (ЦДУ) для уровня первой синхронной зоны ЕЭС России.

На каждом уровне ДЦ, начиная с нижестоящих, автоматически формируется несколько вариантов прогноза электропотребления для каждого объекта (энергорайона, энергосистемы, ОЭС), входящего в операционную зону ДЦ. Выбранный технологом вариант с изменениями, внесёнными при необходимости вручную, считается согласованным (акцептованным) и передаётся в вышестоящий ДЦ. Прогнозы, акцептованные ЦДУ для первой синхронной зоны и ОДУ Востока для второй синхронной зоны, используются для формирования расчётных моделей электроэнергетических режимов энергосистем.

Выделяют следующие основные этапы (циклы) планирования:

- ВСВГО — выбор состава включённого генерирующего оборудования на период со вторых по четвёртые сутки от текущего дня.
- ПДГ — расчёт прогнозного диспетчерского графика на завтра. Под диспетчерским графиком понимают заданные объекту диспетчерского управления на планируемый период времени значения мощности генерации, потребления (нагрузки) или резервов мощности [1].

- ПБР — расчёт планов балансирующего рынка, в ходе которого осуществляется внутрисуточная ежечасная оперативная коррекция графиков потребления. Номер ПБР указывает на час, начиная с которого и до конца суток формируется плановое значение графика загрузки генерирующих мощностей (например, для ПБР-10 с 10 ч 00 мин текущих операционных суток).

С 2008 г. в АО «СО ЕЭС» для расчётов прогнозных значений потребления мощности первой синхронной зоны ЕЭС России, а с 2015 г. и ОЭС Востока, используется программно-аппаратный комплекс ИСП (Иерархическая система прогнозирования) [3–5]. Иерархическая система прогнозирования включает в себя специализированные программные средства для использования на всех уровнях ДЦ.

Комплекс состоит из 57 серверов, расположенных на всех уровнях ДЦ, и обеспечивает возможность одновременной работы технологов, выполня-

ющих различные этапы краткосрочного и оперативного планирования электро-энергетических режимов.

Иерархическая система прогнозирования используется в СО ЕЭС для расчётов в цикле планирования ПБР с мая 2018 г. Внедрение ИСП в цикле ПБР завершило переход на единую платформу прогнозирования электропотребления на всех этапах краткосрочного и оперативного планирования режимов.

Прогноз электропотребления по более чем 500 территориям и объектам выполняется ежедневно на четверо суток с дополнительной ежечасовой коррекцией в текущие сутки [4]. Один цикл расчётов включает в себя:

- загрузку оперативной информации по фактическому электропотреблению, фактических и прогнозных значений влияющих метеофакторов;
- расчёты на всех серверах в региональных ДЦ с последующим уточнением в объединённых и центральном ДЦ;
- работу десятков специалистов по оценке и согласованию и последующему использованию прогнозов в задачах планирования режимов.

Важный аспект функционирования ИСП — бесперебойность работы. Особо важным этот аспект является в цикле расчётов ПБР, когда дежурным специалистом проводится ежечасовая коррекция. Для принятия тех или иных решений доступно 10 – 15 мин, и сбой в работе программных комплексов приводит к риску нарушения регламента расчётов. Бесперебойное функционирование системы прогнозирования и оперативной коррекции графиков потребления обеспечивается:

1. Надёжностью аппаратной платформы за счёт её виртуализации, когда программные приложения работают с оборудованием не напрямую, а с его виртуальным аналогом. Это позволяет оперативно переключиться на резервное оборудование в случае его отказа без потери данных и обеспечивает более эффективное использование ресурсов. В ОДУ и ЦДУ дополнительно используются отказоустойчивые кластеры, состоящие из двух серверов — основного и резервного, на который автоматически происходит переход приложения в случае сбоев на основном.

2. Надёжностью распределённой архитектуры программно-аппаратного комплекса и базы данных. Каждый из серверов ИСП в случае необходимости позволяет выполнять планирование по территории операционной зоны ДЦ в автономном режиме. При этом серверы каждого уровня иерархии хранят резервную копию данных серверов другого уровня, что позволяет оперативно восстанавливать необходимую информацию в случае сбоев и проводить анализ целостности и корректности данных на разных уровнях.

3. Контролем и достоверизацией исходных данных. Точность прогноза непосредственно зависит от качества исходных данных для расчётов. Существенное влияние на электропотребление оказывают метеофакторы. Для анализа, контроля и достоверизации этих данных разработан отдельный специализированный комплекс АС «Метео» [6]. Комплекс осуществляет контроль своевременного поступления, первичный анализ и обработку метеорологических данных (температура наружного воздуха, облачность, осадки). Значения метеоданных, содержащие возможные ошибки (резкие изменения, существенные отличия от климатических норм и др.) автоматически маркируются как потенциально недостоверные для последующей проверки технологами в ручном режиме.

4. Использованием резервных источников данных. Там, где это возможно, источники информации дублируются с автоматическим использованием резервных, например, вместо недоступных по определённым причинам текущих значений электропотребления суточной диспетчерской ведомости могут быть использованы минутные значения телеизмерений, а при отсутствии оперативных данных телеметрии — данными других ДЦ.

5. Использованием резервных алгоритмов расчётов. При отсутствии необходимого объёма исходных данных расчёты с использованием основных моделей прогнозов провести не удаётся. В этом случае будут использованы резервные модели прогноза, менее

требовательные к количеству и качеству исходных данных (рис. 1).

6. Алгоритмами проверки и достоверизации результатов расчётов. На всех этапах согласования прогнозов проводятся автоматические проверки результатов на непротиворечивость и отсутствие резких отклонений по многим параметрам. В случае определения потенциально ошибочных значений технологом выдётся отчёт с указанием причин ошибок и рекомендации по их устранению.

7. Наличием тестового контура серверов. Кроме основного контура серверов ИСП, на которых выполняется ежедневная работа специалистов, ещё существует дублирующий тестовый контур. Он позволяет проводить апробацию изменений в расчётной модели, новых методов и подходов к прогнозированию для оценки целесообразности их применения в ежедневной практике.

8. Развитой системой журналирования расчётов (рис. 2) и действий пользователей (рис. 3), которая позволяет не только определять детали событий, предшествующих сбоям, но и устранять их в дальнейшем.

9. Системой самодиагностики и информирования о сбоях (рис. 4), которая позволяет определять возможные отклонения в работе системы и предупреждать о них до того, как они приведут к сбоям. Система самодиагностики работает во взаимодействии с единой системой мониторинга (ЕСМ) СО ЕЭС.

Дополнительно следует отметить, что ИСП не требует обязательного участия технологов во всех этапах формирования и оперативной коррекции прогно-

Исходный автомат ПБР	ОДУ(Ац)	РДУ(Ац)	Пред. ПБР допрогн.	ППБР (X-1) допрогн.	ППБР (X-1)	Заявки	Прогноз по стат.
3 058			3 060	3 044	3 198	3 243	3 054
3 036	3 036	3 036	3 041	3 036	3 176	3 234	3 030
3 024	3 024	3 045	3 060	3 024	3 166	3 209	3 020
3 049	3 049	3 047	3 032	3 048	3 175	3 212	3 031
3 095	3 095	3 089	3 095	3 103	3 236	3 239	3 083
3 262	3 262	3 288	3 280	3 277	3 430	3 374	3 258

Рис. 1. Представление различных вариантов прогнозов

Подробно

Модель прогноза потребления "Энергостат" (Метод 2)

- Настройки прогноза
- Предварительный расчет прогноза температуры
- Прогноз на 11.09.2020 00:00 = 94290.8
 - Корректирующие коэффициенты 11.09.2020
 - Запрос факта Потребление 1СЗ ЕЭС Росс. за 10.09.2020
- Расчет эффективной температуры для 10.09.2020
 - Запрос факта Температура (1СЗ ЕЭС Росс.) за 10.09.2020
 - Запрос факта Температура (1СЗ ЕЭС Росс.) за 09.09.2020

Рис. 2. Журнал проведения расчётов

Время(МСК)	ДЦ	Событие
09:11:34	ОДУ	В качестве автоматического прогноза указано использование прогноза по статистике
10:00:07	ОДУ	Балансировка пропорционально весовым коэффициентам
10:00:07	ОДУ	Данные были изменены при балансировке
10:04:46	ИА	В качестве автоматического прогноза указано использование предыдущего акцепта
10:05:10	ИА	Использование пределов ОДУ
17:08:08	ИА	Принят из ОДУ(Ац)(PPL_X1S_530000)

Рис. 3. Протокол действий пользователя

Статус задач 2020-09-01 16:00:05 UTC			
Общий статус	ERR	3/7 DRIVE_SPACE; benchmark; SK; METEO;	Журнал
Проверка свободного места	ERR	Осталось менее 5ГБ на диске: C	
Проверка веб-части	OK		Журнал
Тест быстродействия	WRN	Задачи завершились с ошибками: benchmark=2	Журнал
Связь с ОИК	ERR	Задачи завершились с ошибками: IMP_SK2007=1	Журнал
Связь с АС Метео	ERR	Задачи завершились с ошибками: IMP_METEO=1	Журнал
Связь с МППП	OK	IMP_SITE_SO=STARTED,	Журнал
Транспортный сервер	OK		Журнал

В случае наличия задач со статусом ERR следует определить причины сбоя с помощью журналов серверных задач (доступны из меню администратора ИСП).

Рис. 4. Отчёт системы самодиагностики

зов. Доступные настройки позволяют задать режим, в котором прогноз будет подготовлен, проверен и передан по иерархии ДЦ и во внешние задачи автоматически. Данный режим используется прежде всего для ежедневных расчётов прогнозов при отсутствии значительных отклонений текущего потребления от прогнозных значений.

Выводы

1. В АО «СО ЕЭС» для расчётов прогнозных значений электропотребления

по всем энергосистемам в составе ЕЭС России используется программно-аппаратный комплекс ИСП. С 2018 г. в ИСП функционируют специализированные программные средства прогнозирования и оперативной коррекции графиков потребления для цикла расчёта планов балансирующего рынка.

2. Надёжность работы комплекса оперативной коррекции графиков электропотребления обеспечивается рядом применяемых мер, в том числе виртуальной аппаратной платформой, рас-

пределённой структурой архитектуры, дублированием источников данных, наличием тестовых контуров и другими. Указанные меры обеспечивают бесперебойные расчёты в цикле планирования и оперативного диспетчерского управления режимами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Планирование электроэнергетических режимов работы энергообъектов и энергосистем. http://www.so-ups.ru/index.php?id=regime_plan.
2. Кириенко Е. И., Майоров С. А. Анализ современного состояния практики планирования режимов энергосистем на уровне ЦДУ ЕЭС. Особенности планирования в условиях конкурентного рынка // Сб. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. «Управление режимами Единой энергосистемы России». — М.: НЦ ЭНАС, 2002.
3. Макоклюев Б. И. Анализ и планирование электропотребления. — М.: Энергоатомиздат, 2008. — 296 с.
4. Макоклюев Б. И. Краткосрочное прогнозирование электропотребления в энергосистемах России / Б. И. Макоклюев, А. С. Полижаров, А. А. Басов и др. // Электрические станции. № 4. 2018. С. 24 – 35.
5. Макоклюев Б. И. Оперативная коррекция графиков потребления электрической мощности в цикле планирования балансирующего рынка / Б. И. Макоклюев, А. С. Полижаров, А. В. Антонов и др. // Электрические станции. 2019. № 5. С. 36 – 44.
6. Артемьев А. А. Разработка и внедрение комплекса обработки метео данных СО ЕЭС (АС «Метео») / А. А. Артемьев, А. В. Антонов, А. С. Полижаров и др. // Сб. докл. III междунар. науч.-техн. конф. «Электроэнергетика глазами молодёжи». Екатеринбург, 2012. С. 123 – 127.

Вышли в свет в 2020 году следующие выпуски «Библиотечки электротехника» — приложения к журналу «Энергетик»

- № 1. Ю. П. Шонин. Оценка технического состояния силовых масляных трансформаторов. Часть 2
- № 2. Е. А. Конюхова. Аналитические модели системы электроснабжения объекта для технико-экономического обоснования проектов
- № 3. В. В. Молодюк, Я. Ш. Исамухамедов, В. А. Баринов, Н. Д. Рогалев. Основные проблемы электроэнергетики России и пути их решения. Часть 5
- № 4. С. В. Каргин, С. А. Сорокин, Е. Ю. Заварзин, Е. А. Комарова. Метрологическая экспертиза в электросетевом комплексе
- № 5. И. Ф. Маруда. Способы сохранения устойчивости электростанций
- № 6. Е. А. Конюхова. Технико-экономическое обоснование проектов систем электроснабжения объектов с учетом рабочих и резервирующих элементов
- № 7. В. В. Молодюк, Я. Ш. Исамухамедов, В. А. Баринов, Н. Д. Рогалев. Основные проблемы электроэнергетики России и пути их решения. Часть 6
- № 8. П. В. Илюшин. Перспективы применения и проблемные вопросы интеграции распределенных источников энергии в электрические сети
- № 9. Л. А. Дарьян, П. В. Голубев, Р. М. Образцов. Технико-экономическая целесообразность применения систем диагностического мониторинга высоковольтного оборудования
- № 10, № 11. А. Ю. Хренников, В. Г. Точилкин. Наладка и эксплуатация релейной защиты и автоматики. Части 1 и 2
- № 12. А. Н. Алехнович. Распределение воздуха и топлива в энергетических котлах. Часть 1