

ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ РОССИИ

АВТОР:

Б.И. МАКОКЛЮЕВ,
Д.Т.Н.,
АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

В ариации потребления электроэнергии в энергосистемах происходят вследствие колебаний целого ряда параметров и факторов, определяющих функционирование системы. Производ-

ственные циклы потребителей, астрофизические циклы (смена дня и ночи), сезонные колебания метеофакторов — все это порождает колебания и цикличность потребления (суточной, недельной, сезонной).

Ключевые слова: энергосистемы; прогнозирование электропотребления; математическое моделирование; цикличность нагрузок; статистический анализ.



Киришская ГРЭС
в Ленинградской области

ВВЕДЕНИЕ

Формирование и планирование режимных параметров и технико-экономических показателей энергосистем (ЭС) и энергокомпаний (ЭК) является одной из важных задач обеспечения функционирования электроэнергетики. Планирование балансов электроэнергии и мощности осуществляется на основе плановых значений (прогнозов) ожидаемого электропотребления (потребления электроэнергии и мощности) в целом по ЭС, ЭК, группам и отдельным потребителям, узлам электрической схемы [1]. Исследование характера колебаний потребления ЭС является необходимым этапом для последующих оценок ожидаемого уровня потребления. В данной статье рассматриваются структурирование потребления ЭС, входящих в ЕЭС России, определенные тенденции электропотребления различными регионами России, степень влияния метеофакторов, регулярные и нерегулярные колебания суточных графиков потребления ЭС и объединенных энергосистем (ОЭС). Для анализа использовались архивные данные комплексов ИСП (иерархическая система прогнозирования) и Энергостат, эксплуатируемых в филиалах СО ЕЭС России и крупных энергосбытовых компаниях [2–3].

Формирование колебаний суточных графиков потребления ЭС происходит под влиянием целого комплекса различных факторов. Длительные многолетние тенденции обуславливаются социальными факторами и экономическим развитием регионов. Устойчивые производственные циклы, астрофизические циклы (смена дня и ночи), сезонные колебания метеофакторов приводят к регулярным колебаниям потребления (цикличности нагрузок — суточной, недельной, сезонной), а также

устойчивым многолетним изменениям (тенденциям) потребления (межгодовому приросту/падению, плавному изменению структуры потребления). Резкие изменения погодных условий, общественные явления, телевизионные передачи, внеплановые отключения крупных потребителей и т.п. обуславливают нерегулярные колебания, отклонения нагрузки от цикличности и тенденций.

Сезонная цикличность представлена на годовом графике средних суточных значений потребляемой мощности Единой энергосистемы (ЕЭС) России (рис. 1). Отмечается некоторое повышение уровня потребления в 2017 г.

Одним из важных факторов, определивших необходимость объединения ЭС в ЕЭС России, являлся фактор использования разновременности максимумов нагрузки, называемый эффектом совме-

щения. Для иллюстрации эффекта совмещения максимумов нагрузки ЭС различных регионов России на рис. 2 представлены приведенные (в долях от максимального потребления) среднесуточные графики ОЭС Центра, ОЭС Средней Волги, Урала, Северо-Запада, Юга, Сибири и Востока за зимние месяцы по рабочим дням (по московскому времени).

На графиках наблюдается сдвиг на несколько часов утренних и вечерних максимумов. Подобный эффект также наблюдается, например, в ОЭС Сибири, где энергосистемы расположены в разных часовых поясах (рис. 3, данные представлены по времени Кемерово).

Структура потребления ЕЭС России по территориям ОЭС представлена на круговой диаграмме (рис. 4), где показаны доли нагрузки региональных ОЭС в среднесуточном

ГРАФИКИ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЕЭС РОССИИ (БЕЗ КРЫМА) (РАБОЧИЕ ДНИ 2015–2017 ГГ.)

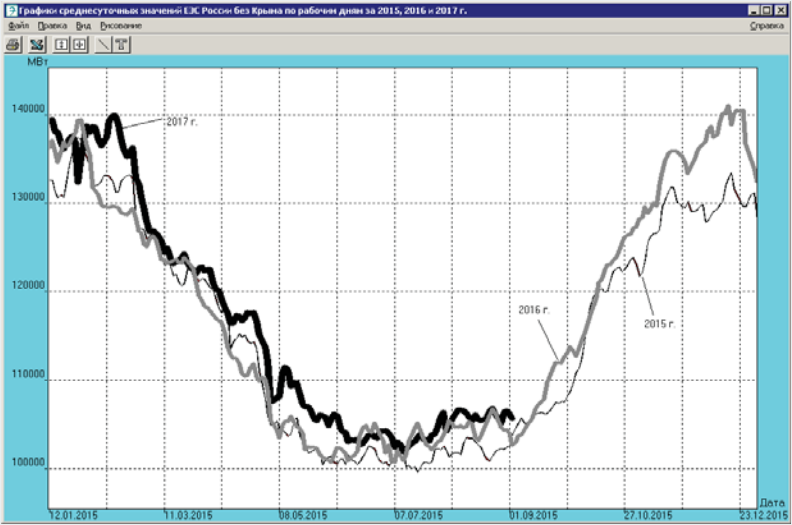


Рис. 1

ПРИВЕДЕННЫЕ СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ ГРАФИКИ
ПОТРЕБЛЕНИЯ ОЭС ЗА ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ
ПО РАБОЧИМ ДНЯМ

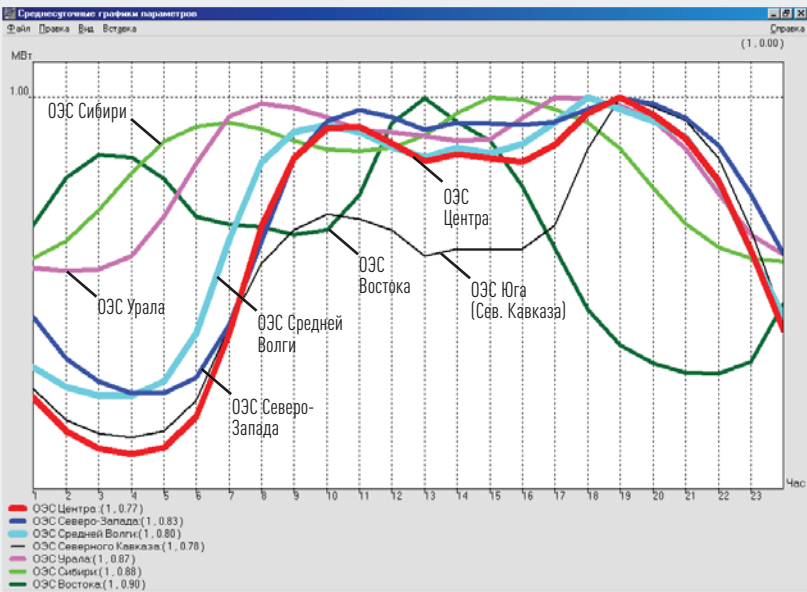


Рис. 2

ПРИВЕДЕННЫЕ СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ ГРАФИКИ
ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ ОЭС СИБИРИ
(ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ ПО РАБОЧИМ ДНЯМ)

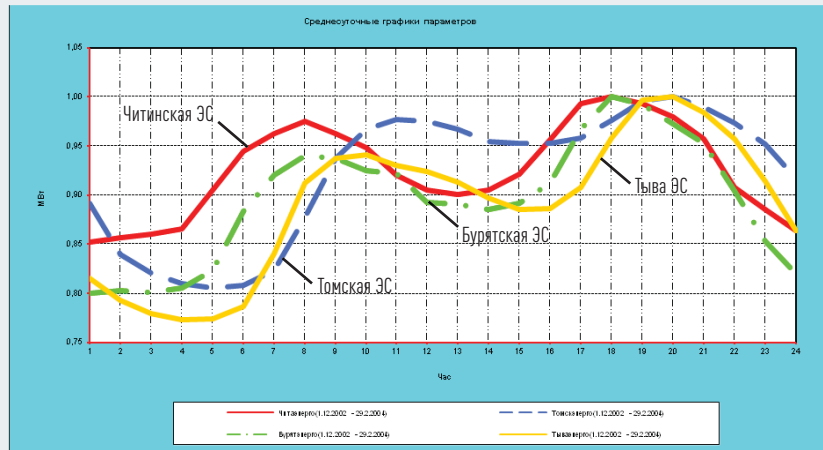


Рис. 3

потреблении ЕЭС по рабочим дням на годовом интервале. Структура потребления ОЭС Сибири приведена на рис. 5а, б.

В зависимости от состава и структуры потребителей потребление отдельных ЭС может разбиваться по определенным энергорайонам, крупным потребителям и собственным нуждам (СН) станций (рис. 6).

Суточные графики потребления различных ЭС и ОЭС в значительной степени отражают экономические и географические особенности регионов. Характер суточных графиков потребления меняется в зависимости от сезона и типа суток. Обычно рассматривают характерные графики различных типов суток — рабочие и выходные дни, а также используют более подробное деление — понедельник, нормальный рабочий день (вторник, среда, четверг), пятница, суббота и воскресенье.

В качестве примера на рис. 6 приведены среднесуточные графики потребления по ОЭС Юга и ОЭС Урала. В обеих ОЭС графики выходных дней ниже, в субботу нагрузка сильно снижается, в воскресенье достигает минимального значения. Однако значительно различается суточный характер графиков — у ОЭС Урала есть ярко выраженный утренний максимум, у ОЭС Юга — вечерний, что объясняется более существенной долей коммунально-бытовой нагрузки в этом регионе.

Для характеристик суточных графиков потребления на практике используются расчетные коэффициенты заполнения:

$$K_{\text{зап}} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{макс}}},$$

где $P_{\text{ср}}$ и $P_{\text{макс}}$ — средние и максимальные значения потребления за сутки, и коэффициент неравномерности:

КОЭФФИЦИЕНТЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМУ
СРЕДНЕСУТОЧНОГО ГРАФИКА ПО РАЗЛИЧНЫМ
ОЭС В ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ ПО РАБОЧИМ
И ВЫХОДНЫМ ДНЯМ (2016–2017)

Объект	Рабочие дни				
	$P_{\text{ср}}, \text{ МВт}$	$P_{\text{мин}}, \text{ МВт}$	$P_{\text{макс}}, \text{ МВт}$	$K_{\text{зап}}$	$K_{\text{нер}}$
ОЭС Центра	31 745	26 274	35 267	0,900	0,745
ОЭС Северо-Запада	12 475	10 746	13 493	0,925	0,796
ОЭС Средней Волги	14 531	12 380	15 948	0,911	0,776
ОЭС Юга	12 515	10 457	14 090	0,888	0,742
ОЭС Урала	33 875	31 208	35 588	0,952	0,877
ОЭС Сибири	27 104	24 974	28 520	0,950	0,876
ОЭС Востока	4 768	4 320	5 125	0,930	0,843
Московская ЭС	14 202	10 996	16 258	0,874	0,676

Объект	Выходные дни				
	$P_{\text{ср}}, \text{ МВт}$	$P_{\text{мин}}, \text{ МВт}$	$P_{\text{макс}}, \text{ МВт}$	$K_{\text{зап}}$	$K_{\text{нер}}$
ОЭС Центра	29 236	25 476	32 734	0,893	0,778
ОЭС Северо-Запада	11 923	10 659	13 027	0,915	0,818
ОЭС Средней Волги	13 245	11 867	14 533	0,911	0,817
ОЭС Юга	11 796	10 217	13 428	0,878	0,761
ОЭС Урала	32 526	30 625	34 340	0,947	0,892
ОЭС Сибири	26 334	24 573	27 882	0,944	0,881
ОЭС Востока	4 667	4 270	5 006	0,932	0,853
Московская ЭС	12846	10 651	14 778	0,869	0,721

Таблица 1

$$K_{\text{нер}} = \frac{P_{\text{мин}}}{P_{\text{макс}}},$$

где $P_{\text{мин}}$ — минимальное значение потребления за сутки.

Коэффициенты, характеризующие формы графика для различных ОЭС, представлены в табл. 1, где $P_{\text{ср}}$ — среднее значение потребления за период.

Можно отметить некоторые особенности неравномерности суточных графиков по различным ОЭС и объединить их в три группы:

- незначительная неравномерность ($K_{\text{нер}} > 0,83$) — ОЭС Урала, Сибири и Востока;

- средняя неравномерность ($0,78 < K_{\text{нер}} < 0,83$) — ОЭС Северо-Запада, Средней Волги;
- существенная неравномерность ($K_{\text{нер}} < 0,78$) — ОЭС Центра, Юга и Московская ЭС.

Наибольшая неравномерность наблюдается в Московской ЭС и ОЭС Юга, где доля непромышленной нагрузки наиболее высока из всех крупных ЭС. В летний период неравномерность графиков существеннее, характер неравномерности по группам ОЭС в целом сохраняется.

Недельная цикличность является отражением производственного цикла. Она проявляется в том,

In 800–3200 A
Icu 40–80 кА
Ue 690 В

НОВИНКА



реклама

НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА
В ПОЛНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ

- Компактные габариты
- Современная конструкция
- Высокая коммутационная износостойкость
- Горизонтальное расположение главных контактов
- Максимальная комплектация
- Простота установки и монтажа
- Дистанционное управление
- Удобная индикация



что нагрузка ЭС в рабочие дни существенно превышает нагрузку выходных дней. Характер недельного цикла имеет свои особенности для различных ЭС и зависит от структуры потребления и специфики промышленности региона. На рис. 7 представлены графики недельного цикла часовых значений потребляемой мощности ОЭС Центра и Урала в весенний период.

На графиках прослеживается снижение уровня потребления электроэнергии в выходные дни, причем заметны характерные особенности недельного цикла — в ОЭС Центра это снижение больше, чем в ОЭС Урала. Существенно различается размах суточных колебаний в рабочие и выходные дни, что обусловлено особенностями структур потребления электроэнергии и климата регионов. В ОЭС Центра неравномерность выше из-за высокой доли коммунально-бытовой нагрузки.

Сезонные колебания, обусловленные в первую очередь сезонными изменениями температуры воздуха и длины дня, имеют явно выраженную регулярную компоненту, на которую накладываются нерегулярные колебания, вызванные изменением погодных условий, и прежде всего температуры и освещенности, а также влиянием других нерегулярных факторов. Сезонные циклы различных ОЭС отличаются своей характерной формой, амплитудой колебаний, временем наступления максимумов и минимумов.

Примерно одинаков размах сезонных колебаний в ОЭС, расположенных в европейской части — Центра, Северо-Запада, Юга и Средней Волги. Менее значимы сезонные колебания в ОЭС Урала и Сибири. Наиболее велик размах сезонных колебаний в ОЭС Востока. Также различается по ОЭС

СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЕЭС РОССИИ
ПО ТЕРРИТОРИЯМ ОЭС

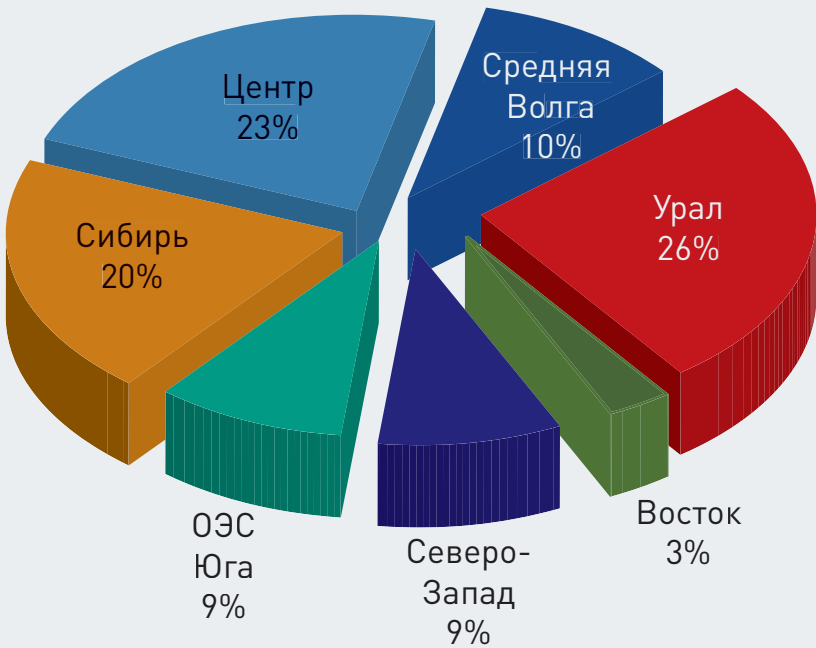


Рис. 4

СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ОЭС СИБИРИ

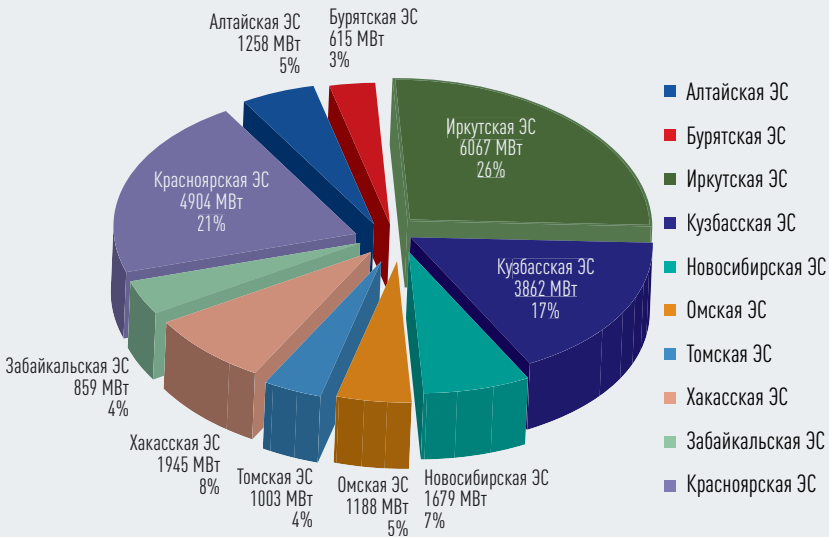


Рис. 5а

СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

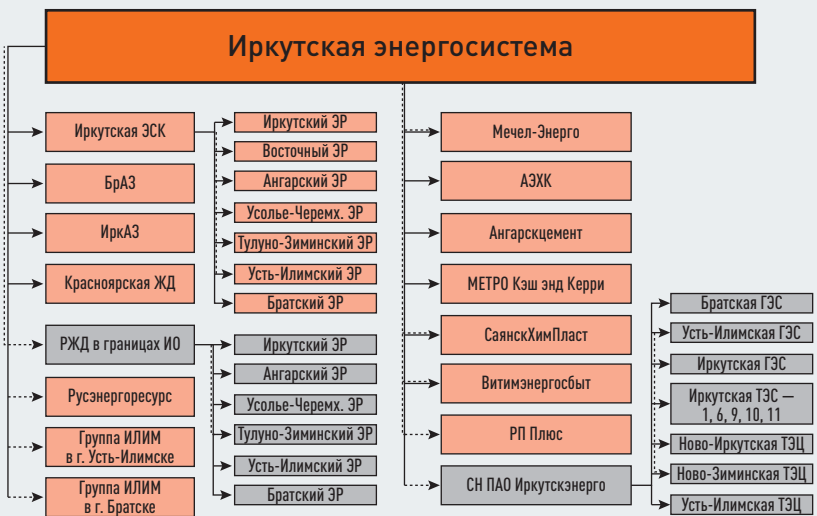


Рис. 5б

СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ ГРАФИКИ ПОТРЕБЛЕНИЯ
ОЭС ЮГА (А), ОЭС УРАЛА (Б) В ЛЕТНЕЕ ВРЕМЯ
2017 Г.

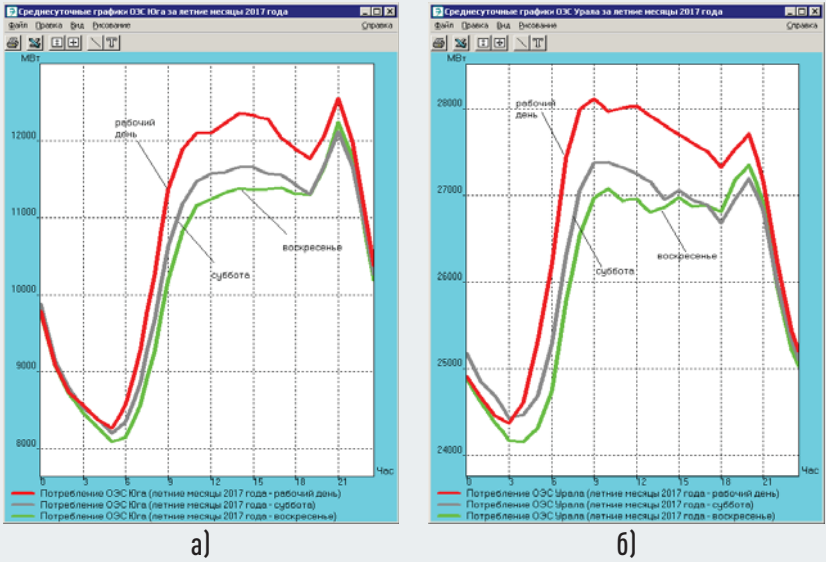


Рис. 6

время наступления максимумов и минимумов нагрузки. Минимумы потребления приходятся на летнее или весеннее время, характеризующееся наиболее высокой температурой наружного воздуха, наибольшей продолжительностью светового дня. Они наступают, как правило, в ранние утренние часы (4–5 ч). Максимальные значения приходятся обычно на декабрь, когда естественная освещенность и температура наружного воздуха минимальны, и наступают, как правило, вечером в 17–18 ч. В отдельные годы максимумы могут смещаться на другие зимние месяцы — январь или февраль.

Существенные особенности имеет характер сезонных колебаний потребления в южных ЭС. Так, потребление Кубаньэнерго имеет локальный летний максимум, связанный с увеличением рекреационной (курортной) нагрузки в районах Сочи, Геленджика и Анапы (рис. 8). Этот максимум имеет тенденцию к увеличению, и потребление в августе 2017 г. превышает потребление в зимние месяцы. Рост летней нагрузки в южных ЭС в значительной мере связан с дополнительной нагрузкой от приборов кондиционирования и поливным земледелием.

На рис. 9. приведена зависимость потребления Кубаньэнерго от температуры воздуха. Из рисунка видно, что с ростом температуры выше 20 °С потребление электроэнергии начинает существенно расти.

Локальные максимумы в летний период наблюдаются также в Крымской ЭС (рис. 10). Отмечается повышение потребления в осенне-зимний в 2016 и 2017 г., связанное с введением энергомоста. В летний период нагрузка 2016 и 2017 г. достигла уровня 2013 г.

Аналогичная картина наблюдается в ОЭС Юга в целом (рис. 11).

В августе 2017 г. в южном регионе средняя температура воздуха почти на 10 °С превысила норму для этого времени года, что вызвало резкий рост потребления электроэнергии и мощности в ОЭС Юга, а также стало причиной снижения пропускной способности электрической сети [4]. 7 августа в Крымской ЭС зафиксированы рекордные значения потребления электрической мощности в летний период. В часы дневного максимума потребление мощности в Крымской энергосистеме достигло 1249 МВт, что на 70 МВт выше величины летнего максимума, зафиксированного 24 июля 2012 г. В Кубанской ЭС в течение трех дней подряд фиксировались рекордные значения потребления мощности за весь период ее существования. 8 августа в 14 ч в Кубанской ЭС достигнут очередной исторический максимум потребления мощности, который составил 5032 МВт, что на 433 МВт (!) выше максимума, зафиксированного в июле 2016 г. (рис. 12).

Кроме того, 8 августа достигнуты новые исторические максимумы потребления в Ставропольской и Астраханской ЭС — 1634 и 710 МВт соответственно.

Аномально высокая температура на территории всей ОЭС Юга привела к превышению исторического максимума потребления мощности и в целом по ОЭС. В часы дневного максимума нагрузки 8 августа потребление мощности в ОЭС Юга достигло 15 754 МВт, что на 907 МВт выше величины максимума, зафиксированного 18 июля 2016 г. Резкое повышение потребления привело к необходимости ввода ограничений.

В целом наблюдаются следующие основные длительные многолетние изменения (тенденции) потребления в ОЭС и ЭС:

- межгодовой рост (падение) общего уровня потребления

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЕЭС РОССИИ
ЗА 2015–2016 ГГ.

Месяц	Среднее потребление		Максимум потребления	
	фактическое, МВт	прирост относительно прошлого года, %	фактическое, МВт	прирост относительно прошлого года, %
2015	114 471	–0,49	147 376	–4,74
Январь	130 190	–0,25	147 376	–4,74
Февраль	129 646	–2,27	142 822	–5,65
Март	121 640	1,1	135 322	–0,19
Апрель	113 899	1,57	128 597	1,54
Май	101 769	–0,61	113 646	–1,69
Июнь	99 610	0,09	111 376	–0,69
Июль	99 771	0,38	111 612	0,46
Август	100 705	–0,23	112 564	–0,1
Сентябрь	104 952	–0,71	118 808	0,14
Октябрь	117 526	–0,91	134 973	–1,87
Ноябрь	126 028	–0,48	142 385	–2,29
Декабрь	128 953	–2,91	143 695	–3,46
2016	116 260	1,56	151 070	2,51
Январь	133 097	2,23	149 246	1,27
Февраль	127 284	–1,82	141 287	–1,07
Март	121 517	–0,1	135 003	–0,24
Апрель	111 641	–1,98	124 600	–3,11
Май	102 224	0,45	113 364	–0,25
Июнь	101 200	1,6	115 122	3,36
Июль	101 248	1,48	115 002	3,04
Август	103 654	2,93	116 085	3,13
Сентябрь	106 915	1,87	122 915	3,46
Октябрь	119 406	1,6	137 321	1,74
Ноябрь	130 850	3,83	146 049	2,57
Декабрь	136 328	5,72	151 070	5,13

Таблица 2

БМРЗ-150

Оптимальное решение для распределительных сетей

Общие сведения

Устройства серии БМРЗ-150 предназначены для выполнения функций релейной защиты и автоматики различных присоединений напряжением 6-35 кВ. Устройства серии БМРЗ-150 относятся к семейству компактных устройств БМРЗ, которые могут быть установлены в местах с ограниченным пространством.

Устройства обладают высокой надежностью, имеют обширные функциональные возможности, высокотехнологичные программные и аппаратные средства. Это делает устройства серии БМРЗ-150 эффективным решением для реализации самых сложных решений с максимальной гибкостью и удобством.

Единое для всех устройств НТЦ «Механотроника» программное обеспечение «Конфигуратор-МТ» имеет графический редактор логики, библиотеку функций, пусковых органов и логических элементов, позволяя адаптировать блок под самые разные условия на объекте.



Единое ПО для устройств
НТЦ «Механотроника»
с графическим редактором
гибкой логики



Сертификат соответствия International
Users Group IEC 61850 Edition 2



ООО «НТЦ «Механотроника» более 27 лет разрабатывает и производит интеллектуальные устройства релейной защиты и автоматики. Развиваясь и совершенствуясь, предприятие наращивает выпуск существующих и создает новые устройства и решения, превосходящие по своим параметрам продукцию мирового уровня.



СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ПРИРОСТАХ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ
ПО ОЭС 2015–2017 ГГ.

Приросты среднего потребления по ОЭС, в %								
Год	Месяцы	Центр	Средняя Волга	Северо-Запад	Юг	Урал	Сибирь	Восток
2015		-0,39	-2,31	-0,26	1,17	-0,78	-0,23	1,24
	Январь	-0,2	-0,42	-0,8	2,51	0,38	-0,73	0,14
	Февраль	-0,05	-4,11	-0,55	-1,68	-2,78	-4,16	-2,13
	Март	1,58	-0,38	0,24	4,65	-0,13	0,87	1,62
	Апрель	2,39	-0,4	0,76	5,03	-0,43	2,42	6,81
	Май	0,57	-2,26	0,17	2,62	-0,81	-2,23	2,65
	Июнь	0,72	-1,15	-0,21	5,9	-1,01	-1,49	1,78
	Июль	-0,59	-2,01	1,68	2,15	0,15	1,86	1,49
	Август	-1,34	-3,43	0,18	-0,76	0,07	1,97	1,55
	Сентябрь	-0,49	-3,85	-0,94	2,13	-1,17	0,21	1,8
	Октябрь	-0,9	-0,68	-0,14	-0,25	-1,17	-1	1,13
	Ноябрь	-1,18	-3,69	-0,12	-3,62	0,13	2,39	3,8
	Декабрь	-4,39	-4,95	-2,48	-2,22	-2,26	-1,76	-2,82
2016		1,95	1,72	2,44	3,13	0,1	1,53	2,79
	Январь	2,5	-0,5	6,3	2,64	-0,14	5,41	1,04
	Февраль	-2,66	-4,24	-1,1	-2,9	-2,76	1,06	3,94
	Март	0,86	-2,37	1,75	-0,99	-0,45	-0,21	1,88
	Апрель	-2,75	-4,37	-0,72	-4,95	-2,17	0,47	0,84
	Май	0,22	0,21	-2,14	0,07	-0,18	2,86	1,55
	Июнь	2,39	0,71	1,82	5,75	0,05	0,95	3,28
	Июль	2,27	3,14	0,67	5,47	-0,49	0,94	0,61
	Август	2,38	7,03	4,22	7,28	1,23	1,05	3,08
	Сентябрь	4,15	8,26	3,75	1,58	-0,28	-2,36	1,39
	Октябрь	1,73	0,45	1,32	3,37	-0,57	3,92	2,95
	Ноябрь	5,13	5,68	6,09	7,11	1,47	1,53	7,05
	Декабрь	7,06	8,32	5,42	11,61	5,26	1,95	3,86
2017								
	Январь	0,86	3,13	-3,78	0,99	1,45	-2,04	1,32
	Февраль	5,68	6,89	4,27	9,95	4,99	0,36	-2,08
	Март	0,26	3,14	1,47	1,93	1,85	-0,48	0,3
	Апрель	4,72	5,33	5,21	6,54	3,28	0,27	1,65
	Май	5,89	5,75	9,34	3,45	4,77	-0,55	-0,94
	Июнь	1,62	3,12	3,75	-4,4	2,61	0,93	-0,29
	Июль	-0,28	1,67	2,37	2,43	0,88	0,55	2,87
	Август	1,24	1,92	1,85	3,65	0,09	0,48	0,72

Таблица 3

ГРАФИКИ НЕДЕЛЬНОГО ЦИКЛА ЧАСОВЫХ
ЗНАЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ОЭС ЦЕНТРА И УРАЛА (АПРЕЛЬ 2017 Г.)

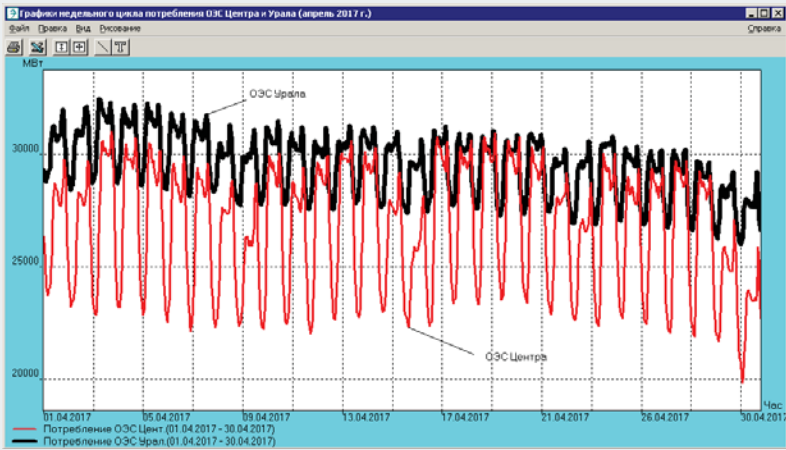


Рис. 7

СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ
ЗНАЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ КУБАНСКОЙ ЭС
ЗА 2013–2017 ГГ.

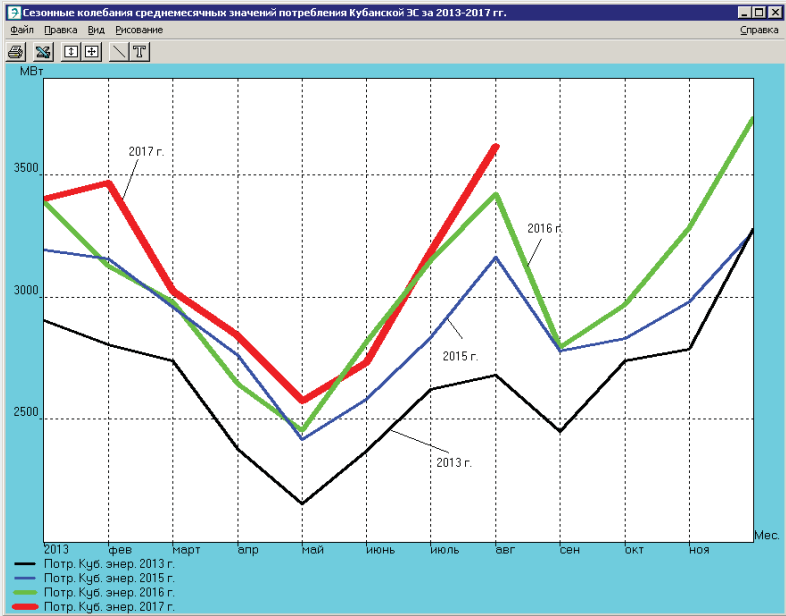


Рис. 8

вследствие присоединения (отключения) абонентов и изменения объема потребляемой электроэнергии потребителями ЭС;

- изменение структуры потребления вследствие его постепенного перераспределения по характерным группам потребителей;
- изменение характера суточных, недельных и сезонных колебаний потребления.

Оценка характера многолетних тенденций изменений имеет существенное значение для подбора адекватных математических моделей долгосрочного прогнозирования электропотребления в разрезе нескольких лет.

В региональном разрезе рост потребления имеет существенные различия, связанные с определенной сложившейся структурой потребления и экономическим состоянием отдельных регионов.

Одной из характерных тенденций последних лет является тенденция изменения структуры потребления. Структурные изменения в общем электропотреблении в основном связаны с двумя ведущими группами — промышленность и непромышленные потребители (население и коммерческие структуры). Изменения в других секторах потребления незначительны. Промышленность имеет устойчивую тенденцию к уменьшению доли в общей нагрузке (за исключением некоторых регионов, связанных с нефтегазовой промышленностью), соответственно коммунально-бытовая и офисная, торговая и другие сферы потребления демонстрируют тенденцию к увеличению доли. Подобное изменение структуры приводит к росту зависимости потребления от метеорологических факторов, поскольку непромышленная нагрузка более подвержена их влиянию.

Колебания этих факторов, в первую очередь температуры воздуха и освещенности, вызывают резкие скачки потребления как в осенне-зимний, так и в летний периоды (в южных ЭС). Скачки потребления особенно опасны в условиях дефицита генерации и пропускной способности сетей.

Структурные изменения отражаются на основных циклическостях электропотребления. Наблюдается существенный рост сезонной неравномерности и увеличение размаха сезонных колебаний.

Изменение в структуре потребления приводит к увеличению доли выходных дней в недельном потреблении. Графики суточных циклов демонстрируют относительное снижение утреннего максимума рабочих дней и рост нагрузки в вечерние и ночные часы, что также является следствием уменьшения доли промышленной нагрузки. Подобные тенденции наблюдаются в ЭС и ОЭС с высокой долей коммунально-бытовой и непромышленной нагрузки.

Длительные тенденции приростов потребления по регионам за 10 лет отчетливо видны на графиках среднегодового потребления по регионам России (рис. 13).

Для количественного анализа приростов за два последних года использовались показатели средних и максимальных значений потребляемой мощности на интервалах год и месяц и относительные приросты среднего потребления по отношению к аналогичному периоду предшествующего года (в процентах). Результаты анализа потребления по ЕЭС и ОЭС России за 2015–2016 гг. сведены в табл. 2 и 3.

Анализ результатов статистического анализа (см. табл. 2, 3)

ЗАВИСИМОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ КУБАНЬЭНЕРГО ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

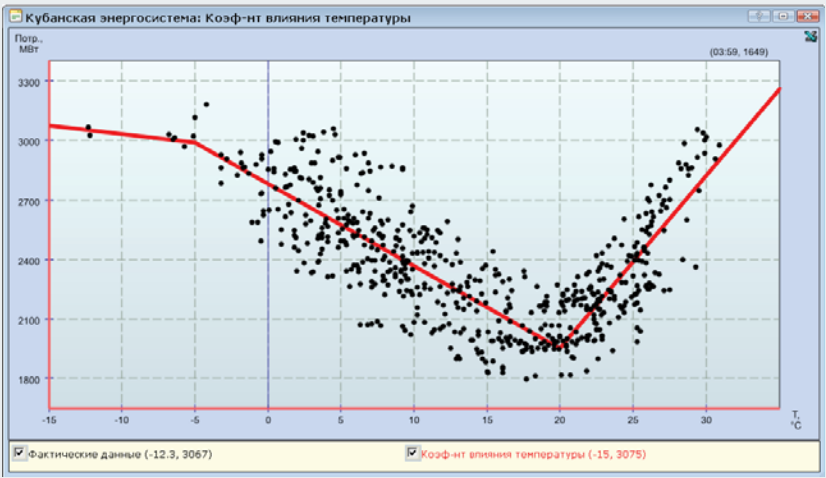


Рис. 9

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРИРОСТОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПО ОЭС ЛЕТОМ 2015 Г. И 2016 Г., ПРИВЕДЕННЫЕ К ОДИНАКОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Объект	2016, лето		2017, лето		Р _{ср} за лето 2017 г., приведенное к условиям лета 2016 г.	Прирост, %
	Р _{ср} , МВт	T _{ср} , °C	Р _{ср} , МВт	T _{ср} , °C		
ОЭС Центра	23 220	19,3	23 406	17,2	23 679	2,0
ОЭС Средней Волги	10 761	21,2	11 006	18,4	11 261	4,7
ОЭС Северо-Запада	8 771	16,5	9 003	14,7	8 985	2,4
ОЭС Юга без Крыма	9 864	24,3	9 937	23,8	10 094	2,3
ОЭС Урала	26 271	19,5	26 576	17,0	26 695	1,6
ОЭС Сибири	20 210	18,4	20 354	18,0	20 345	0,7
ОЭС Востока	2 946	18,4	2 980	19,0	2 980	1,1
ЕЭС России						2,0

Таблица 4

показывает, что в 2016 г. примерно с лета прекратилось падение потребления электроэнергии и начался постепенный рост нагрузки во всех регионах и ЕЭС

в целом. Эта тенденция сохранилась и в 2017 г. Информативным является сопоставление данных, приведенных к одинаковым температурным условиям, поскольку

ГРАФИКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭС КРЫМА 2013–2017 ГГ.

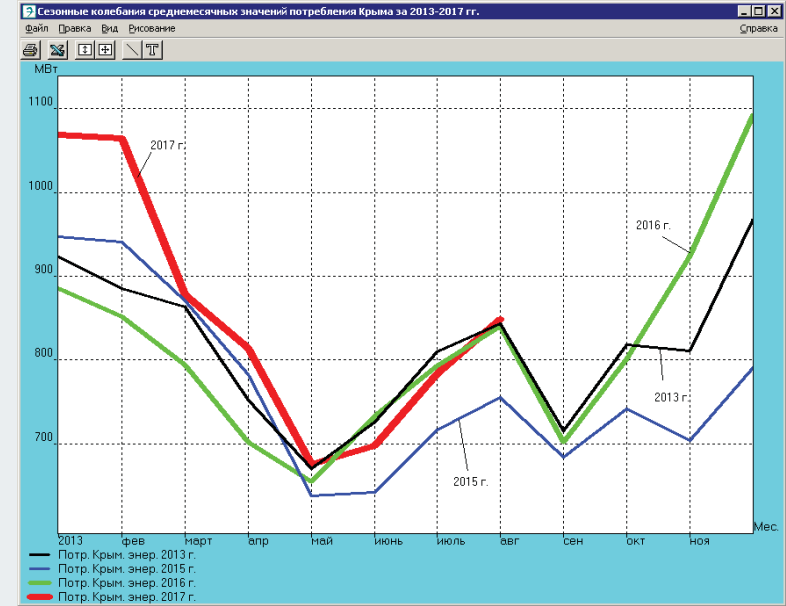


Рис. 10

ГРАФИКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОЭС ЮГА 2013–2017 ГГ.

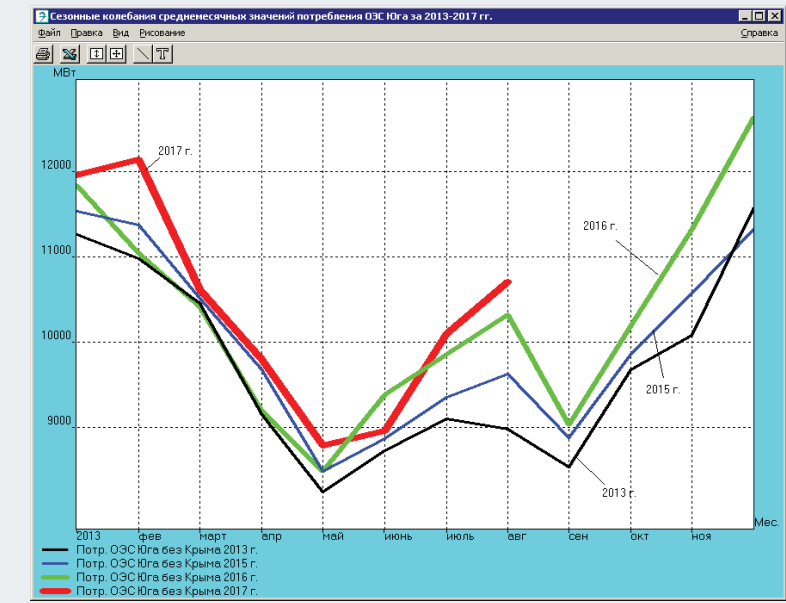


Рис. 11

влияние температуры на потребление весьма значительно. Данные табл. 4 показывают, что в целом потребление ЕЭС в 2017 г. выросло примерно на 2%, причем наиболее существенно в ОЭС Средней Волги, Северо-Запада и Юга.

ВЫВОДЫ

- В состав ЕЭС России входит 7 ОЭС и около 60 региональных ЭС, которые сформированы по географическому принципу и существенно различаются по величине и структуре потребления. Потребление ЕЭС структурируется по ОЭС, а потребление ОЭС — по ЭС. Потребление ЭС в свою очередь структурируется по районам, крупным потребителям, собственным нуждам станций. По каждой компоненте производится контроль и планирование потребления.
- Суточная, недельная и сезонная неравномерности потребления определяются составом нагрузки (соотношением промышленной и непромышленной нагрузки) и колебаниями метеофакторов. В энергосистемах с высокой долей непромышленной нагрузки эти неравномерности более существенны.
- В структуре потребления ЭС происходят значительные изменения — снижается доля промышленной нагрузки, увеличивается нагрузка непромышленных потребителей. Структурные изменения приводят к увеличению сезонной неравномерности нагрузки в разрезе года, к относительному увеличению потребления выходных дней, росту вечернего максимума.
- В связи с ростом непромышленной нагрузки происходит увеличение зависимости потребления от метеорологи-

ческих факторов, главным образом от температуры воздуха и освещенности. Колебания метеофакторов вызывают существенные скачки потребления, в том числе в летний период. В южных энергосистемах отмечается значительный локальный максимум нагрузки.

- В энергосистемах ОЭС Юга в условиях аномально жаркой погоды (на 10°С выше нормы для этого времени года) в августе 2017 г. произошло резкое увеличение потребления и были превышены его исторические максимумы. В некоторых энергосистемах это привело к необходимости ввода ограничений.
- Статистический анализ показывает, что в 2016 г. примерно с лета прекратилось падение потребления и начался постепенный рост нагрузки во всех регионах и ЕЭС в целом. Эта тенденция сохранилась в 2017 г. Приведенные к одинаковым температурным условиям данные показывают, что в целом потребление ЕЭС летом 2017 г. выросло примерно на 2%, наиболее существенно нагрузка возросла в ОЭС Средней Волги, Северо-Запада и Юга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.И. Макоклюев. Анализ и планирование электропотребления. М.: Энергоатомиздат, 2008.
2. А.С. Полижаров, А.В. Антонов, Б.И. Макоклюев, Э.А. Алла, А.А. Басов, О.Н. Зеленохат. Иерархическая система прогнозирования // Сборник докладов III международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи». Екатеринбург, 2012. С. 346–350.
3. Б.И. Макоклюев, А.А. Артемьев, А.В. Антонов, А.С. Полижаров. Формирование и планирование электропотребления, балансов электроэнергии Дальневосточной энергетической компании (ДЭК) // Энергорынок. 2009. № 6.
4. Интернет-сайт: www.so-ups.ru.

ГРАФИКИ ЗНАЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КУБАНСКОЙ ЭС
01–14.08.2017 Г.

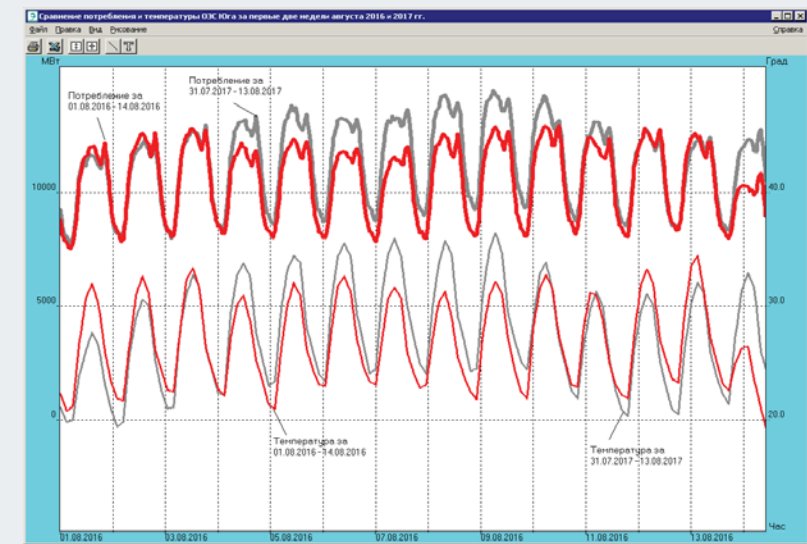
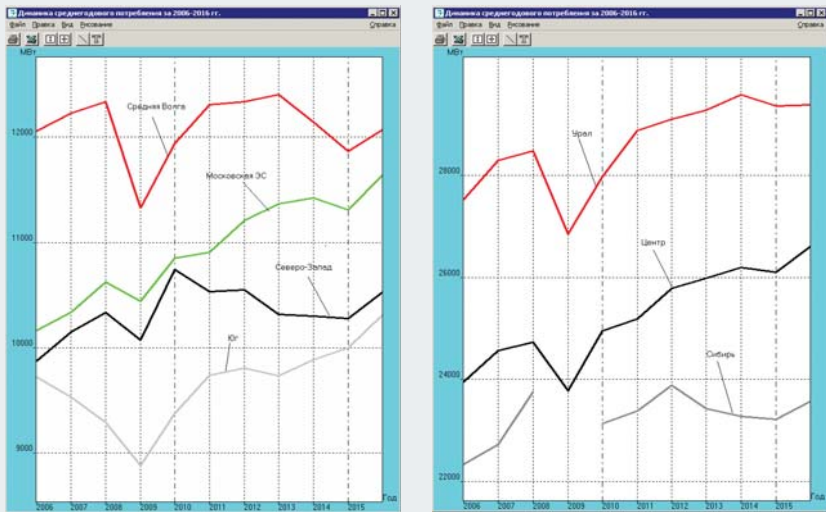


Рис. 12

СРЕДНЕГОДОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ПО РЕГИОНАМ
ОЭС И МОСКОВСКОЙ ЭС В 2006–2016 ГГ.



а)

б)

Рис. 13

ноябрь 2017



VII
Открытый
шахматный турнир
энергетиков
памяти М. М. Ботвинника



2017

ШАХМАТНЫЙ
ТУРНИР
ЭНЕРГЕТИКОВ

Приглашаем команды энергетиков поддержать нашу добрую традицию и принять участие в ежегодном открытом шахматном турнире!

Состоится личное и командное первенство по правилам ФИДЕ для быстрых шахмат.

НАБИРАЙТЕ ЧЕТЫРЕХ ИГРОКОВ
И РЕГИСТРИРУЙТЕ КОМАНДУ
НА САЙТЕ ТУРНИРА
WWW.TURNIR.NTC-POWER.RU

