

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

АВТОР:

ВОРОТНИЦКИЙ В.Э.,
Д.Т.Н., ПРОФЕССОР,
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Потери электроэнергии в электрических сетях – важнейший показатель их энергетической эффективности, наглядный индикатор состояния системы учета электроэнергии, эффективности энергосбытовой деятельности, оперативного, эксплуатационного и ремонтного обслуживания электрических сетей, оптимальности их развития.

Этот индикатор все отчетливее свидетельствует о накапливающихся проблемах, которые требуют безотлагательных решений в реконструк-

ции и техническом перевооружении электрических сетей; в совершенствовании учета электроэнергии, в первую очередь в части замены устаревших приборов, оперативности и точности сбора данных об отпущенной в сеть и потребленной электроэнергии; в повышении эффективности сбора денежных средств за поставленную потребителям электроэнергию; в налаживании конструктивного взаимодействия электросетевых и энергосбытовых организаций при расчете и анализе фактических и прогнозных балансов электроэнергии в электрических сетях и т.п.



В 2011 году потери в ЕНЭС составили 4,65% от отпуска из сети
Фото ИТАР-ТАСС

СУММАРНЫЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ РОССИИ. СРАВНЕНИЕ С ЗАРУБЕЖНЫМ ОПЫТОМ. РЕЗЕРВЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

По мнению международных экспертов и по опыту передовых отечественных электрических сетей, относительные потери электроэнергии при ее передаче и распределении в электрических сетях можно считать удовлетворительными, если они не превышают 4–5% от отпуска электроэнергии в эти сети. Потери электроэнергии на уровне 10% можно считать максимально допустимыми с точки зрения физики передачи электроэнергии по сетям [1].

Сказанное подтверждается уровнями относительных потерь электроэнергии в электрических сетях ряда промышленно развитых стран, представленными в таблице 1.

Хронический недостаток инвестиций в развитие и реконструкцию электрических сетей, в совершенствование систем управления их режимами, учета электроэнергии привел к их значительному физическому и моральному износу (до 70%), что отрицательно повлияло на динамику относительных потерь электроэнергии в отечественных электрических сетях в целом и в отдельных электросетевых организациях.

По данным Федеральной службы государственной статистики (Росста-

та), абсолютные фактические потери электроэнергии в электрических сетях России в 2009 г. составили 100,96 млрд кВт•ч, или 11,05% от отпуска электроэнергии в сеть, равного 913,9 млрд кВт•ч. В этом же году суммарные потери электроэнергии в электрических сетях ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК» составили, соответственно, 78,817 млрд кВт•ч (см. таблицу 2), т.е. около 78% от суммарных, по данным Росстата, потерь электроэнергии.

Остальные 22% – это потери в электрических сетях ОАО «Татэнерго», ОАО «Башкирэнерго», ОАО «Иркутская электросетевая компания», ОАО «Новосибирскэнерго», ряде крупных муниципальных электрических сетей и т.п., которые напрямую учитываются Росстатом в балансе электроэнергии страны.

К сожалению, достоверные данные о суммарных потерях электроэнергии в электрических сетях России за 2010–2012 гг. пока отсутствуют. Следует отметить, что значительная часть (около 20%) потерь электроэнергии в большинстве (около 3000) территориальных электросетевых организаций (ТСО) и предприятий, оказывающих услуги по передаче электрической энергии, не учитывается Росстатом в суммарной величине потерь электроэнергии. В сводном балансе электроэнергии эти потери попадают в графу полезного отпуска электроэнергии. Если учесть потери в сетях этих ТСО, присоединенных к сетям МРСК и ОАО «ФСК ЕЭС», то фактические потери электроэнергии в электрических сетях России оцениваются в объеме 120 млрд кВт•ч в год. По отношению к суммарному выпуску электроэнергии в сеть в 2009 г. 913,9 млрд кВт•ч это составляет 13,1%, что в полтора-два раза выше, чем в электрических сетях промышленно развитых стран (таблица 1). Это также выше потерь в электрических сетях Минэнерго СССР в конце 80-х годов XX века, когда они находились на уровне 8,65%.

ИНФОРМАЦИЯ

НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Потери электроэнергии в сетях являются одним из показателей, которые наиболее объективно отражают экономичность работы электросетей. В частности, уровень потерь электроэнергии косвенно указывает на состояние системы учета, на наличие или отсутствие проблем, связанных с техническим состоянием электросети.

Фактические (отчетные) потери электроэнергии – разность электроэнергии, отпущенной в электрическую сеть и полезно отпущенной потребителям.

Технические потери электроэнергии – потери, обусловленные физическими процессами передачи, распределения и трансформации электроэнергии, определяются расчетным путем. Технические потери делятся на условно-постоянные и переменные.

Условно-постоянные потери – потери, зависящие от состава включенного оборудования.

Переменные потери – потери, зависящие от нагрузки электрических сетей.

Коммерческие потери электроэнергии – потери, определяемые как разность фактических и технических потерь.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТЫХ СТРАН [2]

Страна	Средний % потерь в основной сети	Средний % потерь в распределительной сети
Австрия	1,5% от отпуска из сети	4,5% от отпуска из сети
Чешская Республика	1,5% от отпуска из сети	7,0% от отпуска из сети
Финляндия	1,6% от отпуска в сеть	4,2% от отпуска в сеть
Франция	2,1% от отпуска из сети	3,7% от отпуска из сети
Греция	2,4% от отпуска в сеть	6,8% от отпуска в сеть
Норвегия	1,6% от отпуска в сеть	5,0% от отпуска в сеть
Португалия	1,1% от отпуска в сеть	6,4% от отпуска в сеть
Испания	1,2% от отпуска в сеть	7,1% от отпуска в сеть
Швеция	2,1% от отпуска в сеть	2,3% от отпуска в сеть
Великобритания	1,6% от отпуска в сеть	<7,0% от отпуска в сеть

Таблица 1

Если не предпринимать активных усилий по сдерживанию роста потерь электроэнергии, этот рост будет продолжаться уже в ближайшем будущем в связи с ростом тарифов на электроэнергию и сопутствующей мотивацией потребителей к безучетному потреблению электроэнергии, а также в связи с неоптимальной загрузкой электрических сетей, дополнительными потерями из-за низкого качества электроэнергии и т. п. Тенденции такого роста наметились в ряде отечественных РСК, в первую очередь в МРСК Северного Кавказа, «Кубаньэнерго», «Янтарьэнерго» и др. (таблица 3). В отдельных распределительных линиях 0,4–10 кВ некоторых РСК фактические относительные потери электроэнергии уже достигают 30–40% и сравнялись с потерями в сетях отсталых африканских стран. Как правило, такие потери характерны для районов с неплатежеспособным населением, высоким уровнем бездоговорного и безучетного потребления

электроэнергии, низкой организацией энергосбытовой деятельности и отсутствием взаимодействия энергосбытов, электрических сетей, правоохранительных органов и администраций местного самоуправления.

Суммарный резерв снижения потерь электроэнергии в электрических сетях России в настоящее время по минимальным оценкам находится в пределах 15–25 млрд кВт•ч, в т. ч. около 3–5 млрд кВт•ч – это резерв снижения технических потерь, обусловленных физическими процессами передачи электроэнергии, 12–20 млрд кВт•ч – резерв снижения коммерческих потерь, обусловленных погрешностями системы учета электроэнергии, бездоговорным и безучетным потреблением электроэнергии, недостатками в системе сбора и обработки данных о полезном отпуске электроэнергии потребителям и другими причинами [1].

Наличие указанных резервов объясняется:

- значительным моральным и физическим износом электросетевого оборудования;
- неоптимальными режимами работы электрических сетей по уровням напряжения и реактивной мощности;
- недостаточной мотивацией и квалификацией персонала электросетевых компаний для разработки и внедрения эффективных программ снижения потерь электроэнергии в сетях;
- использованием несовершенных методов расчета количества отпущенной и потребленной электроэнергии при отсутствии приборов учета;
- несовершенством нормативной базы для эффек-

ДИНАМИКА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЕНЭС И СЕТЯХ МРСК В 2007-2011 ГГ.

Структурные составляющие баланса электроэнергии	Единицы измерения	Численные значения по годам				
		2007	2008	2009	2010	2011
Отпуск электроэнергии из сети ЕНЭС	млн кВт•ч	464 045	472 267,8	452 372,18	470 146,1	485 014,4
Потери электроэнергии в ЕНЭС	% от отпуска из сети	4,61	4,63	4,89	4,79	4,65
Отпуск электроэнергии в сети МРСК	млн кВт•ч	678 989	695 001	653 145	647 248	644 071
Потери электроэнергии в сетях МРСК	% от отпуска в сеть	8,71	8,3	8,68	8,65	8,4

Таблица 2

- тивной борьбы с хищениями электроэнергии; недопустимыми погрешностями измерений объемов электроэнергии, поступившей в электрические сети и отпущенной из электрических сетей;
- несовершенством системы снятия показаний приборов учета и выставления счетов за потребленную электроэнергию;
- ростом бездоговорного и безучетного потребления (хищений) электроэнергии в связи с ростом тарифов на электроэнергию;
- рядом других причин.

Значительное превышение фактических потерь над технологически обоснованными требует системного подхода к решению этой проблемы на долговременной и постоянной основе. Передовой зарубежный опыт показывает, что даже при сравни-

тельно благополучных относительных потерях электроэнергии в сетях отдельных зарубежных электрокомпаний любое временное ослабление внимания к данной проблеме неизменно приводит к росту потерь.

Нужно отметить, что снижение потерь электроэнергии в электрических сетях требует существенных финансовых затрат на:

- модернизацию электросетевого оборудования и внедрение новой энергосберегающей техники и технологий, в первую очередь устройств компенсации реактивной мощности и средств регулирования напряжения;
- совершенствование и автоматизацию средств и систем учета электроэнергии;
- совершенствование и внедрение новых информационных техно-

- логий для расчетов фактических и прогнозных балансов электроэнергии в электрических сетях, технических и коммерческих потерь; разработку и оценку эффективности мероприятий по снижению потерь;
- научно-исследовательские, проектные и опытно-конструкторские работы, связанные с расчетами, анализом, нормированием и снижением потерь электроэнергии в электрических сетях, разработкой и совершенствованием нормативных документов.

По предварительным оценкам ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», чтобы снизить потери на 1 млрд кВт•ч, необходимо затратить от 0,8 до 3,0 млрд рублей со сроком окупаемости затрат от двух до восьми и более лет.

ФАКТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ОАО «ХОЛДИНГ МРСК» В 2010-2011 ГГ.

МРСК/РСК	Потери электрической энергии			
	Факт 2010 год		Факт 2011 год	
	млрд кВт•ч	%	млрд кВт•ч	%
МРСК Центра	6229,6	10,01	6247,2	9,93
МРСК Центра и Приволжья	5391,5	9,06	5353,7	8,97
МРСК Волги	4176,0	6,90	4207,5	6,80
МРСК Северо-Запада	2983,0	6,82	2747,1	6,39
МРСК Сибири	7517,9	9,24	6875,9	8,71
ТРК	573,3	8,46	576,1	8,66
МРСК Урала	6333,2	8,08	6179,4	7,95
МРСК Юга	2818,2	9,31	2842,2	9,47
МРСК Северного Кавказа	2100,9	17,47	1589,6	14,36
«Кубаньэнерго»	2431,0	12,88	2783,7	13,93
МОЭСК	9314,5	11,15	8695,6	10,33
«Ленэнерго»	3586,6	10,71	3546,4	10,60
«Тюменьэнерго»	1841,1	2,53	1789,7	2,53
«Янтарьэнерго»	689,9	17,88	667,9	17,29
Холдинг МРСК	55 986,7	8,65	54 102,0	8,4

Таблица 3

Снижение потерь электроэнергии в сетях позволяет в первую очередь:

- уменьшить убытки электросетевых организаций из-за сокращения оплаты сверхнормативных потерь и аккумулировать дополнительные средства для дальнейшего снижения потерь;
- разгрузить электрические сети от лишних потоков мощности и тем самым обеспечить возможность подключения дополнительной мощности к электрическим сетям;

- снизить расход топлива и вредные выбросы за счет снижения выработки электроэнергии для компенсации потерь;
- снизить объемы строительства генерирующих мощностей для надежного электроснабжения потребителей при намечающихся дефицитах активной мощности;
- уменьшить тарифы на услуги по передаче электроэнергии по электрическим сетям и тарифы на электроэнергию для конечных потребителей.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ ПЕРЕДАЧЕ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ НАПРЯЖЕНИЕМ 220 КВ И ВЫШЕ

Типовой перечень мероприятий по снижению технических потерь электроэнергии в электрических сетях и методы оценки их экономической эффективности представлены

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЕНЭС

№ п/п	Наименование мероприятий	Эффект от реализации мероприятий по годам, млн кВт•ч	
		2010 г.	2011 г.
		1	Оптимизация установившихся режимов по реактивной мощности и уровням напряжения
2	Отключение в режимах малых нагрузок электросетевого оборудования	75,794	14,698
3	Сокращение продолжительности технического обслуживания и ремонта основного оборудования, в том числе выполнения работ под напряжением	26,852	0,075
4	Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций	67,050	58,653
5	Установка и ввод в работу устройств компенсации реактивной мощности	2,880	0,410
6	Замена перегруженных, установка и ввод в эксплуатацию дополнительных силовых трансформаторов на действующих подстанциях	2,181	12,063
7	Замена измерительных трансформаторов тока	71,522	1,400
8	Оптимизация загрузки электрических сетей за счет строительства линий и подстанций	4,76	8,324
Итого		291,640	137,690

Таблица 4

в [3, 4, 5]. Основные мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии, включаемые в соответствующие ежегодные программы ОАО «ФСК ЕЭС», представлены в таблице 4 [6]. Здесь также показан полученный эффект от реализации этих мероприятий за 2010–2011 гг.

Из сравнения таблиц 4 и 2 видно, что номенклатура мероприятий и их эффективность явно недостаточны для заметного влияния на величину потерь электроэнергии. Энергетическое обследование ОАО «ФСК ЕЭС», опыт зарубежных электросетевых компаний, анализ режимов работы ЕНЭС показывают, что основной эффект снижения технических потерь в электрических сетях 220–750 кВ

в размере 400–600 млн кВт•ч в год может быть получен за счет соответствующих усилий по оптимизации установившихся режимов работы электрической сети по реактивной мощности и уровням напряжения [7]. Для того чтобы добиться этого эффекта, необходимо:

- возложить на ОАО «СО ЕЭС» консолидированную ответственность наравне с ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК», причем не только за надежность работы ЕЭС и качество электроэнергии, но и за потери электроэнергии в электрических сетях при

управлении режимами их работы;

- создать единую расчетную модель для всех субъектов оптового рынка электроэнергии с целью получения единообразных расчетов по оптимизации установившихся режимов; обязать генерирующие компании максимально использовать возможности регулирования реактивной мощности и уровней напряжения на их шинах для оптимизации режимов работы электрической сети ЕЭС России под контролем ОАО «СО ЕЭС»;

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ОАО «ХОЛДИНГ МРСК» ЗА 2011 Г.

№ п/п	Наименование групп мероприятий	Эффект, млн кВт•ч	Эффект, млн руб.
1	Целевые мероприятия, в том числе:	1342,9	3239,5
1.1	Целевые мероприятия по снижению потерь электроэнергии	1913,2	3117,8
1.2	Иные целевые проекты	29,7	121,7
2	Нецелевые (сопутствующие) мероприятия, в том числе:	681,3	1213,2
2.1	Программа развития систем учета	617,1	1594,2
2.2	Программа реновации	46,2	75,6
2.3	Программа перспективного развития распределительной сети	16,0	41,5
2.4	Иное	2,0	1,9
Итого		2024,2	4952,7

Таблица 5

- привести в соответствие с нормативными требованиями технического состояния средств регулирования напряжения на трансформаторах и автотрансформаторах с РПН и АРПН, а также на регулируемых устройствах компенсации реактивной мощности; максимально использовать эти средства для оптимизации режимов по реактивной мощности и уровням напряжения; активно внедрять и использовать многоуровневую автоматизированную систему управления реактивной мощностью и управления напряжением на базе АСДУ ОАО «ФСК ЕЭС» и АСДУ ОАО «СО ЕЭС» [8].

Еще одно наиболее реальное и перспективное направление снижения

технических потерь электроэнергии в сетях 220–750 кВ – это снижение расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций. Подробный перечень мероприятий по снижению этого расхода рассмотрен в [8]. Снизить эти потери можно за счет:

- оптимизации работы вентиляторов обдува трансформаторов и автотрансформаторов с помощью улучшения режимов работы автоматики обдува;
- оптимизации режимов работы компрессоров воздушных выключателей путем устранения утечек воздуха в воздухопроводах;
- отключения параллельно работающих трансформаторов собственных нужд в режимах малых нагрузок;
- внедрения микропроцессорных систем автоматического управления

- обдувом трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов;
- внедрения систем частотного регулирования и плавного пуска электропривода вентиляторов, центробежных насосов и т.п.;
- внедрения установок утилизации тепла силовых трансформаторов и автотрансформаторов для теплоснабжения зданий управления подстанциями и снижения расхода электроэнергии на обдув.

Результаты энергетического обследования подстанций ОАО «ФСК ЕЭС» показывают, что практическая реализация перечисленных мероприятий позволит получить дополнительную экономию электроэнергии в размере 133–135 млн кВт•ч в год.

Таким образом, суммарный потенциал снижения технических потерь

электроэнергии от активизации работ по оптимизации установившихся режимов по реактивной мощности и уровням напряжения и внедрению дополнительных мероприятий по снижению расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций может составить 500–800 млн кВт•ч в год.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ 0,4–110 КВ

Эффективность мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях ОАО «Холдинг МРСК» за 2011 г. представлена в таблице 5.

К целевым мероприятиям по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях ОАО «Холдинг МРСК» (таблица 5) относятся в основном традиционные, наиболее распространенные в условиях эксплуатации сетей мероприятия, в том числе:

- замена проводов меньшего сечения на большее на перегруженных ЛЭП;
- замена перегруженных трансформаторов;
- замена недогруженных трансформаторов (или демонтаж);
- замена ответвлений в жилые дома на СИП;
- отключение трансформаторов на подстанциях с сезонной нагрузкой;
- выравнивание нагрузок фаз в распределительных сетях 0,38 кВ;
- проведение технических проверок комплексов учета электрической энергии на объектах РСК;
- проведение рейдов по выявлению неучтенного и бездоговорного потребления электроэнергии.

Для электрических сетей 0,4–35 кВ в дополнение к вышеназванным мероприятиям следует упомянуть также те мероприятия из типового перечня, которые пока не находят широкого применения на практике. К ним в первую очередь относятся:

- оптимизация мест размыкания линий 6–35 кВ с двусторонним питанием;
- оптимизация рабочих напряжений в центрах питания радиальных электрических сетей;
- выполнение ремонтных и эксплуатационных работ под напряжением;
- установка и ввод в работу устройств компенсации реактивной мощности;
- установка и ввод в работу вольтодобавочных регуляторов трансформаторов;
- разукрупнение распределительных линий 0,4–35 кВ;
- перевод электрических сетей 6–10 кВ на 20 кВ в районах с высокой плотностью нагрузки.

РЕКОНСТРУКЦИЯ, ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА И ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях всех ступеней напряжения до уровня потерь в сетях промышленно развитых стран возможно без реконструкции, оптимизации инновационного развития электросетевого комплекса и внедрения новой техники и технологий. В [4, 8] подробно рассмотрены основные инновационные пути, технические средства и технологии повышения эффективности и управляемости электрических сетей 220–750 кВ. Все это предполагает [8]:

- создание системообразующих и распределительных сетей с использованием современных технологий, силовой электроники, электромашиноventильных систем, современных систем диагностики, вычислительных комплексов;
- применение прорывных технологий (например, таких, как высокотемпературная сверхпроводимость) для изготовления компактных, высоконадежных и экономичных кабелей, трансформаторов, токоограничителей и др.;
- широкое вовлечение в баланс децентрализованных источников электроэнергии с обеспечением их свободного доступа к электрическим сетям и соблюдением необходимых условий их устойчивого и надежного функционирования;
- оснащение электрических сетей современными быстродействующими регулируемыми системами компенсации реактивной мощности, средствами повышения пропускной способности существующих линий электропередачи, перераспределения потоков мощности по этим линиям;
- вовлечение потребителей в регулирование балансов и режимов работы электрических сетей, интеллектуальное управление нагрузкой;
- создание и внедрение интеллектуальных систем учета электроэнергии и управления электропотреблением, расчетов за потребленную электроэнергию;

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

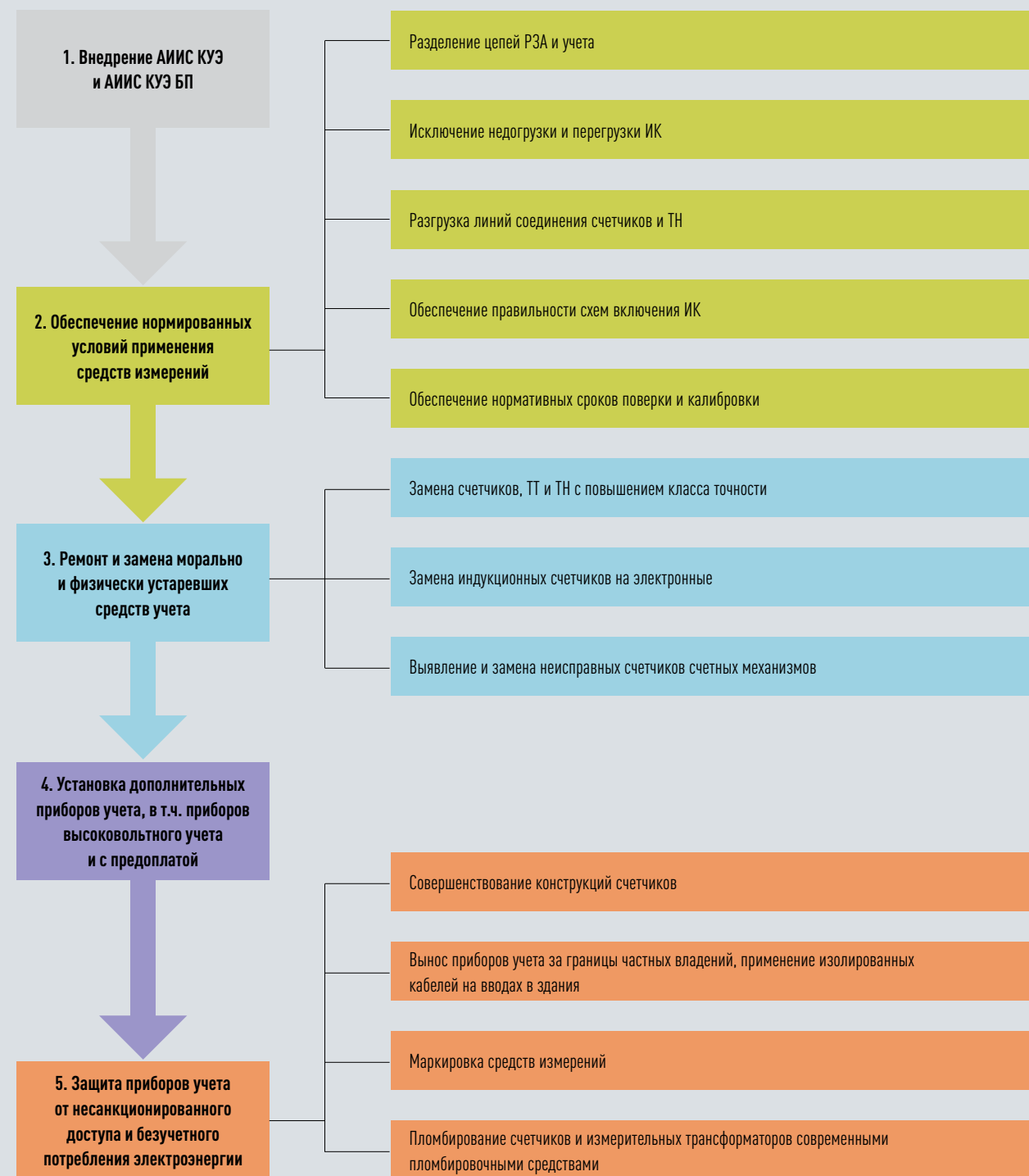


Рис. 1

- внедрение прогрессивных систем хранения (накопления) электроэнергии для снижения пиковых нагрузок, повышения устойчивости работы системообразующих сетей, надежности электроснабжения, качества электроэнергии у потребителей, снижения потерь в сетях;
- развитие автоматизированной системы технологического управления электрическими сетями (АСТУ), разработка и внедрение полностью автоматизированных электрических подстанций, переход от автоматизированного к автоматическому управлению сетями на базе современных программно-технических комплексов.

По сравнению с системообразующими электрическими сетями современные распределительные сети РФ в еще большей степени нуждаются в реконструкции и модернизации из-за большого физического и морального износа. К инновационным мероприятиям, технике и технологиям повышения энергетической эффективности в распределительных электрических сетях следует в первую очередь отнести:

- сокращение протяженности электрических сетей 0,4 кВ за счет приближения к потребителям напряжения 6–20 кВ за счет использования современных столбовых трансформаторных подстанций 6–10/0,4 кВ;
- применение энергоэффективного электротехнического оборудования, в том числе распределительных трансформаторов с магнитопр-

- водами из аморфной стали и уменьшенными потерями холостого хода, а также трансформаторов с симметрирующими обмотками;
- применение новых типов регулируемых компенсирующих и симметрирующих устройств, в том числе симметрирующих компенсирующих устройств;
- применение новых типов высокотехнологичных проводников с повышенной проводимостью и более гладкой поверхностью;
- применение компактных и газоизолированных линий электропередачи;
- внедрение управляемых автоматически секционированных электрических сетей с применением реклоузеров;
- внедрение распределенных генерирующих источников и систем управления нагрузкой на основе разработки, создания и внедрения интеллектуальных электрических сетей (Smart Grid) и интеллектуальных систем учета электроэнергии (Smart Metering).

Особенно следует остановиться на проблеме сокращения протяженности электрических сетей 0,4 кВ. Этот подход давно широко используется за рубежом. В частности, при общей протяженности электрических сетей ОАО «Холдинг МРСК» 2 млн км, протяженность сетей 0,4 кВ составляет почти 700 тыс. км. Эти сети отличаются наименьшей наблюдаемостью, обеспеченностью средствами учета электроэнергии, повышенной аварийностью и наибольшими отклонениями напряжения от номинального в удаленных от ТП узлах сети.

Приближение напряжения 6–20 кВ к потребителям за счет установки маломощных столбовых трансформирующих подстанций 10–20/0,4 кВ позволит существенно повысить надежность и качество электроснабжения и значительно снизить потери электроэнергии в сети.

По предварительным оценкам практическая реализация инновационных мероприятий позволит снизить относительные потери электроэнергии к 2017 г. в ЕНЭС с 4,6% до 3,5% от отпуска электроэнергии из сети и в сетях МРСК – с 8,4% до 7,5% от отпуска электроэнергии в сеть.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ, МОДЕРНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Совершенствование систем расчетного и технического учета электроэнергии обычно проводится с целью повышения достоверности получаемой информации о структуре балансов электроэнергии в электрических сетях и для снижения коммерческих потерь электроэнергии.

Стратегический путь совершенствования учета электроэнергии – создание и внедрение полнофункциональной автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета (АИИС КУЭ), во-первых, на оптовом рынке электроэнергии (в ЕНЭС) и, во-вторых, АИИС КУЭ бытовых потребителей (БП) на розничном рынке. Совершенствование и модернизация систем учета включают следующие четыре группы мероприятий (рис. 1):

- обеспечение нормированных условий применения средств измерений;
- ремонт и замену морально и физически устаревших средств учета;
- установку дополнитель-

ных приборов учета, в том числе приборов высоковольтного учета (с измерительными трансформаторами напряжения) и счетчиков с предоплатой;

– защита приборов от несанкционированного доступа и безучетного потребления электроэнергии.

- оценка существующего состояния систем учета по границам сетевых компаний;
- оснащение современными приборами учета электрической энергии по точкам поставки сетевых компаний (ликвидация безучетного потребления);
- формирование требований (по периодичности, составу работ, характеру мероприятий и пр.) к производственным программам филиалов в части выполнения задач по реализации услуг по передаче электрической энергии;
- создание автоматизированных баз данных потребителей электроэнергии (юридических и физических лиц) с их привязкой к конкретным электрическим сетям для контроля за динамикой потребления электроэнергии по месяцам и годам и ее соответствия динамике объема выпускаемой продукции, расчета и анализа фактических и допустимых небалансов электроэнергии по электрическим сетям;
- развитие систем учета

электрической энергии в сетевых компаниях с учетом концепции Smart Metering, позволяющей решать следующие задачи: а) обеспечение удаленного автоматизированного сбора учетных данных; б) обеспечение возможности для потребителя применения при расчетах за электроэнергию многотарифного меню; в) обеспечение возможности применения функции предоплаты; г) ведение журнала событий в приборе учета электрической энергии (включение, отключение электропитания, режимы и объемы потребления и пр.) с привязкой ко времени; д) обеспечение возможности управления режимом потребления электрической энергии (дистанционное ограничение, отключение потребителя);

– оснащение приборами учета энергетических ресурсов объектов производственных и хозяйственных нужд сетевых компаний;

– переход на расчеты за потребленные энергетические ресурсы на объектах производственных и хозяйственных нужд электросетевых организаций на основании показаний приборов учета энергетических ресурсов.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ КОНТРОЛЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Первоочередными мероприятиями по развитию нормативной базы являются:

1. Внесение дополнений и уточнений в законодательство РФ, постановления правительства РФ, приказы Минэнерго России по нормированию технологических потерь электроэнергии на ее передачу в условиях RAB-регулирования тарифов, а также по учету в нормативах потерь, дополнительных влияющих факторов: технического состояния электрических сетей, качества электроэнергии и т. п.
2. Разработка регламента корректировки нормативов технологических потерь электроэнергии при наличии влияющих факторов, не зависящих от деятельности персонала электрических сетей.
3. Ужесточение мер уголовной и административной ответственности за бездоговорное и безучетное потребление электроэнергии.
4. Разработка методики и регламентов формирования прогнозных балансов электроэнергии электросетевых организаций и их структурных подразделений на период три-пять лет.
5. Совершенствование регламента материального стимулирования персонала электрических сетей за выполнение нормативов и программ снижения потерь электроэнергии в электрических сетях.
6. Внесение дополнений и изменений в законодательство РФ и постановления правительства РФ о возложении ответственности за потери электроэнергии в системообразующей электрической сети 220–750 кВ не только на ОАО «ФСК ЕЭС», но и на ОАО «СО ЕЭС».
7. Создание единой информационной модели ЕНЭС и единого программного обеспечения расчетов и оптимизации режимов ЕНЭС для ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «СО ЕЭС» и ОАО «АТС».

8. Создание унифицированной автоматизированной системы мониторинга и отчетности электросетевых организаций по балансам электроэнергии в электрических сетях, потерям электроэнергии и их структуре, по эффективности энергосберегающих мероприятий.

9. Создание типового энергетического паспорта и энергосервисного контракта для электросетевых организаций, принятие мер по минимизации рисков энергосервисных и инвестиционных компаний по реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности в электрических сетях.

10. Разработка типового регламента распределения обязанностей в электросетевой компании по внедрению мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

11. Изучение и распространение передового отечественного и зарубежного опыта, создание и ведение корпоративной базы данных по передовым технике и технологиям, обеспечивающим энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали результаты энергетического обследования, в ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК» имеются существенные резервы для снижения существующих потерь электроэнергии. Для практической реализации этих резервов и снижения потерь до технико-экономически обоснованного уровня необходима активная, квалифицированная и согласованная работа всего персонала электросетевых компаний, начиная с исполнительного аппарата и заканчивая ремонтно-эксплуатационным и оперативным персоналом.

Снижение потерь электроэнергии должно осуществляться в увязке с оптимизацией перспективного инновационного развития электрических сетей, с их модернизацией и техническим перевооружением, с применением самой современной техники и технологии управления электросетевым комплексом. Поэтому к работам по энергосбережению в электрических сетях следует активно привлекать проектные, научно-исследовательские и подрядные организации, а также поставщиков современного энергосберегающего оборудования.

Практика передовых электросетевых компаний промышленно развитых стран показывает, что снижение потерь – это не только технологический процесс внедрения соответствующих организационных и технических мероприятий, но и важнейший элемент культуры производственного процесса компании, включающий четкость и конкретность распределения обязанностей исполнителей программы энергосбережения и их ответственности за своевременное и полное выполнение целевых показателей. Человеческий фактор в энергосбережении имеет решающее значение, поэтому очень важно оптимальное соотношение экономических стимулов к активизации деятельности персонала, мониторинга эффективности этой деятельности и нормативного принуждения к этой работе через разработку корпоративных регламентов и служебных инструкций, а также системы контроля эффективности выполнения программ по энергосбережению.

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях – это непрерывный процесс совершенствования техники и технологий передачи и распределения электроэнергии, требующий постоянного внимания, ответственности и неформального отношения к делу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бохмат И. С., Воротницкий В. Э., Татаринцев Е. П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах // Электрические станции, 1998, № 9.
2. Treatment of Losses by Network Operators – ERGEG Position Paper Ref: E08-ENM-04-03 15 July, 2008.
3. Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. И34-70-028. – М.: СПО «Союзтехэнерго», 1987.
4. Методика оценки экономической эффективности мероприятий по снижению потерь электрической энергии в ЕНЭС (утв. приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 24.10.2008 № 458).
5. Методика оценки технико-экономической эффективности применения устройств FACTS в ЕНЭС России. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29-240.019-2009.
6. Годовой отчет ОАО «ФСК ЕЭС» за 2011 год. ar2011.fsk-ees.ru.
7. Воронин В., Гаджиев М., Шамонов Р. Направления развития системы регулирования напряжения и реактивной мощности в ЕНЭС // Электроэнергия. Передача и распределение, март-апрель 2012, № 2 (11).
8. Бударгин О. М., Бердников Р. Н., Перстнев П. А., Шимко М. Б., Воротницкий В. Э. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Единой национальной электрической сети. – Красноярск: ИПК «Платина», 2013.

ОТ РЕДАКЦИИ

Данной статьей мы открываем серию публикаций, посвященных анализу потерь и мероприятиям по их снижению. В следующем номере мы продолжим тему публикаций о структуре потерь в ЕНЭС и РСК, о различных методах расчета потерь и о последних статистических данных по потерям в электрических сетях.