

Анализ динамики, структуры и мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях России и за рубежом

В.Э. Воротницкий

Главный научный сотрудник АО «НТЦ ФСК ЕЭС», д.т.н., профессор

1. Динамика потерь электроэнергии в электрических сетях ПАО «Россети»

По данным годовых отчётов ПАО «Россети» [1] динамика фактических потерь электроэнергии в ЕНЭС и сетях МРСК в 2010–2016гг. представлена в табл. 1, динамика фактических потерь электроэнергии в отдельных МРСК/РСК ПАО «Россети» в 2010 – 2016 г.г. – в табл. 2. Из этих таблиц следует, что относительные потери электроэнергии в распределительных электрических сетях 0,38–110 кВ в среднем почти в 2 раза выше, чем в ЕНЭС 220-1150 кВ. Абсолютные потери электроэнергии в распределительных сетях составляют около 70 % от суммарных потерь в сетях ПАО «Россети».

При росте отпуска из ЕНЭС за 2010 – 2016 г.г. на 15% относительные потери уменьшились на 3,5%. В электрических сетях МРСК за период с 2010 по 2016 г.г. при снижении отпуска электроэнергии на 3,1 % относительные потери снизились на 2,2 %.

Таким образом, благодаря активизации усилий персонала ПАО «Россети», наметилась тенденция снижения относительных потерь электроэнергии и в магистральных и в распределительных сетях. Вместе с тем, как видно из табл. 2, диапазон относительных потерь электроэнергии для отдельных МРСК и крупных РСК достаточно широк и находится в пределах от 2,54% до 23,08% от отпуска электроэнергии в сеть. Этот диапазон будет еще шире, если рассмотреть величину фактических потерь электроэнергии в электрических сетях отдельных районов и предприятий, в отдельных распределительных линиях 0,38 – 10 кВ. Здесь относительные значения потерь могут доходить до 50%. При этом до 80% суммарных фактических потерь в таких сетях, как правило, приходится на нетехнические (коммерческие) потери.

2.

Динамика фактических потерь электроэнергии в ЕНЭС и сетях МРСК в 2010-2016 г.г.

Структурные составляющие баланса электроэнергии	Единицы измерения	Численные значения по годам						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Отпуск электроэнергии из ЕНЭС	млн. кВт.ч	470146,1	485014,4	517130,0	519983	514796,6	525237.1	540657.4
Потери электроэнергии в ЕНЭС	млн. кВт.ч	22526	22553	21926	22261	21261.1	23478.1	25032.9
	% от отпуска из сети	4,79	4,65	4,24	4,28	4.13	4.47	4.63
Отпуск электроэнергии в сети МРСК	млн. кВт.ч	647248	644071	649776	637885	646678.0	630725.5	641630.1
Потери электроэнергии в сетях МРСК	млн. кВт.ч	55987	54102	52696, 87	50821	53968.9	53415.1	54279.9
	% от отпуска в сети	8,65	8,4	8,11	8,0	8.35	8.47	8.46
Итого потери по группе компаний «Россети»	млн. кВт.ч	78513	76655	74623	73082	75230	76893	79311

4. Динамика фактических потерь электроэнергии в МРСК/РСК ПАО «Россети» в 2012 – 2016 г.г.

МРСК/РСК	Потери электрической энергии по годам									
	2012		2013		2014		2015		2016	
	млн.кВт.ч	%	млн.кВт.ч	%	млн.кВт.ч	%	млн.кВт.ч	%	млн.кВт.ч	%
МРСК Центра	6097,9	9,53	5832,1	9,2	5949,2	9,23	5850,3	9,35	5994,5	9,36
МРСК Центра и Приволжья	5143,83	8,62	4967,0	8,4	5076,9	9,23	4862,4	9,07	4845,6	8,97
МРСК Волги	3903,64	6,36	3782,4	6,4	3638,4	6,62	3543,4	6,70	3590,9	6,77
МРСК Северо-Запада	2771,65	6,41	2568,8	6,3	2547,1	6,41	2520,1	6,38	2484,8	6,22
МРСК Сибири	6563,25	8,15	5744,1	7,6	5668,8	7,58	5145,4	7,26	5410,7	7,68
ТРК	590,12	8,90	560,5	9,1	511,9	8,46	467,7	8,28	464,8	8,14
МРСК Урала	5984,4	7,87	5686,3	7,6	6240,6	7,82	6011,2	7,89	542,9	7,98
МРСК Юга	2914,20	9,66	2766,7	9,4	2745,3	9,3	2828,8	9,83	2915,4	10,06
МРСК Северного Кавказа	1570,25	14,11	1654,5	14,6	3572,8	19,78	4036,4	21,84	4224,2	23,08
Чеченэнерго	195,4	30,6	372,1	53,6	944,8	37,29	1045,2	40,32	893,4	34,0
Кубаньэнерго	2674,78	12,88	2792,9	13,4	2852,7	13,22	2835,7	12,87	2945,7	12,96
МОЭСК	8369,55	9,63	8082,0	9,2	7784,6	8,77	7491,2	8,55	7549,6	8,33
Ленэнерго	3578,41	10,37	3431,5	10,1	3791,5	11,08	4193,0	12,21	4485,3	10,91
Тюменьэнерго	1808,81	2,55	1837,9	2,6	1868,2	2,55	1818,1	2,54	1813,4	2,54
Янтарьэнерго	726,06	17,42	796,2	19,3	776,0	18,48	776,3	18,44	718,8	16,99
Всего	52696,87	8,11	50821,0	8,0	53968,9	8,35	53415,1	8,47	54279,9	8,46

Из табл. 2 следует, что пока остаются сравнительно высокими относительные потери электроэнергии в электрических сетях МРСК Центра, МРСК Юга, Ленэнерго и самыми высокими – в Чеченэнерго, МРСК Северного Кавказа, Янтарьэнерго и Кубаньэнерго. Традиционно высокими (от 18 до 40%) являются относительные потери в РСК со значительной долей мелкомоторных и коммунально бытовых нагрузок. В то же время в ряде РСК, где высока доля промышленного электропотребления, относительные потери находятся на уровне 4-5%. Это не означает, однако, что РСК, в которых относительные потери составляют 18-40%, их работа в 3-5 раз хуже по эффективности снижения потерь, чем в тех, где эти потери находятся на уровне средних мировых достижений 6-8%. Для объективной оценки эффективности и выявления действительного потенциала снижения потерь в каждой электросетевой организации необходимо учесть целый ряд влияющих на потери факторов, в первую очередь, особенности структуры балансов электроэнергии (избыточность или дефицитность, наличие и объём транзитных перетоков и т.п.), техническое состояние сети и системы учёта и т.п. Для оценки резервов снижения потерь и разработки целенаправленных мероприятий по их снижению необходимо достоверное определение структуры технических и нетехнических потерь электроэнергии. При этом, очевидно, не любое снижение потерь электроэнергии является целесообразным. Для каждой электрической сети с учётом её технологических и стоимостных особенностей существует свой технический и технико-экономически обоснованный уровень потерь.

2. Структура технических потерь электроэнергии в электрических сетях.

Структура технических потерь электроэнергии в электрических сетях ПАО «Россети» в годовом отчёте компании за 2016 год и в Положении «О единой технической политике в электросетевом комплексе» (утв. Советом Директоров, протокол от 22.02.2017 г. №212) отсутствует.

Структура технических потерь в ЕНЭС и распределительных сетях за 2012 г. представлена в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Структурные составляющие потерь электроэнергии в ЕНЭС	млн.кВт.ч	% от суммы
Нагрузочные потери в линиях и трансформаторах	12368,01	56,4
Потери на корону в воздушных линиях	5688,9	25,9
Холостой ход трансформаторов	1734,26	7,9
Расход на собственные нужды подстанций	1004,75	4,6
Потери в компенсирующих устройствах	201,51	0,9
Потери в шунтирующих устройствах	553,23	2,5
Прочие условно-постоянные потери	375,64	1,7
Всего потери электроэнергии в ЕНЭС	21926,30	100

Таблица 4

Структура технических потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях ПАО «Россети» за 2012 г.

Структурные составляющие потерь	% от суммарных потерь
Нагрузочные потери,	75,3
в том числе: в линиях	64,7
в трансформаторах	10,6
Условно-постоянные потери, в том числе:	24,7

холостой ход трансформаторов	16,6
на собственные нужды подстанций	2,7
Прочие условно-постоянные потери	5,4

3. Динамика и структура потерь электроэнергии в электрических сетях зарубежных электросетевых компаний.

Представляет интерес рассмотреть относительные значения потерь электроэнергии в электрических сетях различных зарубежных стран. Анализ этих потерь по различным публикациям и обзорам, в частности [3], показывает, что диапазон относительных потерь ещё шире, чем в России, и находится в пределах от 4 до 73% для электрических сетей различных напряжений и различных стран. При этом просматривается четкая связь между уровнем потерь электроэнергии в электрических сетях данной страны и ее экономическим развитием (ВВП на душу населения), что видно в частности из табл. 5, в которой приведены лишь некоторые страны из их общего перечня [3]. В промышленно развитых странах с современной системой управления электрическими сетями, автоматизированной информационно-измерительной системой учета электроэнергии, высокой организацией энергосбытовой деятельности, энергосбережения и повышения энергетической эффективности в электросетевом комплексе, относительные значения потерь электроэнергии в среднем в 2,5 – 3 раза ниже, чем в России, и в 6 – 15 раз ниже, чем в экономически отсталых регионах Африки и Азии. Некоторые распределительные сетевые компании и ТСО России по уровню относительных потерь электроэнергии уже «догнали» такие страны как Йемен, Намибия, Непал, Ирак и т.п. (см. табл.5).

Различия в уровне относительных потерь в различных странах обусловлены не только их экономическим развитием, но и множеством тех же факторов, которые влияют на потери и в электрических сетях России. Поэтому неправомерно ставить задачу снизить потери электроэнергии, например, в Кубаньэнерго до уровня потерь в Финляндии. В каждом конкретном случае должна решаться достаточно сложная задача определения технико-экономически обоснованного потенциала снижения потерь в сетях на передачу и

соответствующих мероприятий. Следует заметить, что в большинстве промышленно развитых стран мира задача снижения потерь электроэнергии не рассматривается как самостоятельная. Она решается как часть общей задачи повышения эффективности электроснабжения потребителей одновременно с задачами повышения пропускной способности, надежности электроснабжения и повышения качества передаваемой электроэнергии. При этом, общая направленность работ по повышению энергетической эффективности передачи и распределения электрической энергии, в том числе и по снижению потерь электроэнергии в сетях, сводится к следующим мероприятиям:

Динамика относительных потерь электроэнергии в электрических сетях за 1960-2014 г.г. и внутренний валовый продукт (ВВП) по паритету покупательной способности (ППС) на душу населения за 1960-2014 г.г

№ п/п	Страна	Относительные потери по годам			ВВП (ППС) тыс.доля/душу населения (2011 г)
		1960	2011	2014	
1	Финляндия	8	3	4	40,18
2	Германия	6	4	4	41,73
3	Япония	11	5	4	34,29
4	Франция	9	5	6	38,57
5	США	9	6	6	49,75
6	Китай	-	6	5	10,00
7	Австрия	8	6	5	42,81
8	Италия	13	7	7	34,63
9	Швейцария	10	7	7	51,58
10	Португалия	14	8	10	25,67
11	Великобритания	9	8	8	34,79
12	Испания	18	9	10	31,74
13	Латвия	-	10	9	19,83
14	Россия	-	10	10	22,56
15	Судан	-	22	14	4,49
16	Замбия	-	24	15	3,56
17	Албания	-	25	14	9,90
18	Черногория	-	25	18	14,13

19	Йемен	-	27	26	3,67
20	Намибия	-	28	36	9,19
21	Камбоджа	-	28	23	2,65
22	Доминик. Республика	-	30	12	11,37
23	Непал	-	34	32	2,04
24	Ирак	-	35	51	12,88
25	Гаити	-	55	60	1,58
26	Ливия	-	-	70	-
27	Того	-	-	73	-

Примечания к табл.3:

1) Относительные потери электроэнергии приняты по данным World Bank Group [3]

2) ВВП (ППС) приняты по данным Международного валютного фонда за 2011 год.

- снижению плотности тока в электрических сетях за счёт унификации сечений и применения новых материалов и конструкций проводов и кабелей;
- сокращению количества трансформаций электроэнергии, применению трансформаторов с уменьшенными потерями холостого хода и короткого замыкания;
- повышению уровня компенсации реактивной мощности в электрических сетях и у потребителей, комплексной автоматизации оптимального управления потоками реактивной мощности и уровнями напряжения в электрических сетях;
- применению распределённой генерации на основе возобновляемых источников активной энергии;
- внедрению интеллектуальных систем управления электрическими сетями и объединёнными энергосистемами;

- автоматизации и повышению достоверности проектирования развития электрических сетей с использованием современных средств и технологий;
- повышению достоверности и полноты технического и коммерческого учёта электроэнергии во всех точках её измерения и поставки, применению автоматизированных интеллектуальных систем учёта и контроля электроэнергии.

Практика большинства промышленно развитых стран показывает, что проблема поддержания потерь электроэнергии в электрических сетях на технико-экономически обоснованном уровне требует постоянного внимания, в первую очередь, высшего руководства электросетевых компаний, четкости взаимодействия с энергосбытовыми компаниями и потребителями, органами регионального управления, территориальными органами тарифного регулирования. Кратковременное ослабление работы по энергосбережению и повышению энергоэффективности в электрических сетях неизбежно приводит к росту потерь электроэнергии, даже в тех случаях, когда, казалось бы, уже достигнуты сравнительно высокие показатели в их снижении. Основным инструментом практической реализации такого подхода является внедрение Системы энергетического менеджмента. Эта практика подтверждается и передовым отечественным опытом.

4. Особенности сравнительного анализа статистической отчётности по потерям электроэнергии в электрических сетях России и за рубежом.

Из таблицы 3 следует, что в статистике Международного банка, относительные потери электроэнергии в электрических сетях России в 2011 и в 2014 гг составляли 10%. При этом не ясно как они определялись, по отношению к какому показателю баланса электроэнергии – выработке электроэнергии, отпуску электроэнергии в сеть или из сети? Из «Государственного доклада о состоянии энергоснабжения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2015 г.» следует, что в 2014 году потери электроэнергии в электрических сетях от общего объёма отпуска электроэнергии составляли 11,4%. При этом так же не ясно, о каком объёме сетей идёт речь и какой отпуск электроэнергии (в сеть или из сети) имеется ввиду. Одна из главных причин таких существенных расхождений в оценках относительных потерь является фактическая приостановка работ по ежегодному анализу структуры и динамики потерь электроэнергии в электрических сетях, которую много лет проводило ОАО «Фирма ОРГРЭС». Прекратило деятельность Агентство по прогнозированию балансов электроэнергии (АПБЭ), которое владело самым большим объёмом данных по стране и её регионам по структуре и динамике этих балансов. В результате, в различных докладах, официальных справках и прогнозных расчётах часто встречаются не совпадающие данные по структурным составляющим балансов электроэнергии, в том числе по абсолютным и относительным потерям электроэнергии в электрических сетях и их структуре. Это приводит к ошибкам в прогнозах балансов электроэнергии на среднесрочную и долгосрочную перспективу, в стратегии энергосбережения и повышения энергетической эффективности, к систематическому занижению базовых значений потерь электроэнергии в электрических сетях России. Это занижение, в частности, объясняется тем, что значительную часть потерь в электрических сетях территориальных сетевых организаций (ТСО) Росстат относит к полезно потреблённой электроэнергии. Нами сделана попытка укрупненно оценить суммарные потери электроэнергии в электрических сетях России на примере 2010 г., по которому мы располагали наиболее полными данными [4]. Было выяснено, что данные Росстата по потерям электроэнергии занижены как минимум на 10 млрд.кВт.ч в год, т.е почти на 10%.

5. Если учесть потери электроэнергии в электрических сетях промышленных предприятий, ОАО «РЖД» и других ТСО, оказывающих услуги по передаче электроэнергии своим субъектам, то суммарные потери могут вырасти ещё на 5÷10 млрд.кВт.ч. При этом относительные потери в электрических сетях России вырастут до 12-14% от произведенной электроэнергии, а от отпуска в сеть – до 13-15% вместо 10%, фигурирующих в данных Мирового банка. Думается, что в настоящее время официальные цифры по относительным потерям в электрических сетях России скорее всего занижены по тем же причинам, которые имели место в 2010 г.

Отмеченное следует учитывать при сравнении отечественного и зарубежного опыта снижения потерь электроэнергии в сетях, при разработке программ снижения потерь на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Это необходимо учитывать также при реализации Стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации [5], в соответствии с которой в 2017-2030 г.г «планируется консолидация ТСО под воздействием экономических стимулов», а также сокращение количества ТСО к 2030 году до 800. Если не принять соответствующих мер по снижению потерь в присоединяемых ТСО, суммарные фактические потери в консолидированных электросетевых компаниях могут существенно возрасти, а не снизиться как планируется, т.к. относительные потери в сетях ТСО, как правило, выше, чем в РСК.

Справедливости ради, следует заметить, что и в оценках относительных потерь в электрических сетях зарубежных стран также имеются расхождения. Так по данным Всемирного банка в 2014 году в электрических сетях Китая потери составили 5%, а по статистическим данным [6] – 6,34%, что видно из табл. 6.

Таблица 6

Относительные потери электроэнергии в электрических сетях

Китая в 2010-2016 г.г.

Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016

Относительные потери, %	6,53	6,52	6,74	6,67	6,34	6,6	6,47
----------------------------	------	------	------	------	------	-----	------

Уточнение суммарного объёма потерь электроэнергии в электросетевом комплексе России, т.е. во всех организациях, оказывающих услуги по передаче электроэнергии, имеет высокое государственное значение для принятия полномасштабных мер по снижению этих потерь. Несмотря на то, что данные по потерям электроэнергии, представленные в официальной статистической отчётности, требуют уточнения, они со всей очевидностью подтверждают необходимость:

- разработки, утверждения в Минэнерго России и внедрения стандартов по расчёту фактических потерь электроэнергии и их структуры для электросетевых организаций: ПАО «ФСК ЕЭС», МРСК, РСК и ТСО, а также для электросетевого комплекса России в целом;
- восстановления системы и порядка статистической отчётности (в составе государственной информационной системы Минэнерго России) по балансам и потерям электроэнергии в электрических сетях, мероприятиям по их снижению;
- разработки и внедрения системы мониторинга и контроля потерь электроэнергии в электрических сетях России, наделения для этого соответствующими полномочиями одного из профильных департаментов Минэнерго России или Ростехнадзора с их обеспечением необходимой численностью персонала, средствами связи и вычислительной техникой.

Первые шаги в этом направлении уже делаются. Росстатом разработана и утверждена весьма полезная и достаточно подробная форма статистической отчётности №23-Н [7] «Сведения о производстве, передаче, распределении и потреблении электрической энергии».

В Минэнерго России разработана методика и получены первые результаты по рейтинговой оценке электросетевых организаций по уровню энергетической эффективности. Эта оценка проводится по трём сводным индексам деятельности:

- 1) снижению потерь в электрических сетях;
- 2) внедрению мероприятий по повышению энергоэффективности;
- 3) реализации государственной политики энергосбережения.

Подробный анализ предварительных результатов этого рейтинга приведён в специальном выпуске газеты «Энергетика и промышленность России» в октябре 2017 г. [8]. Практика показала, что основная задача, которую нужно решить в ближайшее время при заполнении формы №23-Н и при рейтинговой оценке электросетевых организаций – это предоставление полной и достоверной исходной информации, обеспечение её систематического контроля и объективного анализа.

Из сравнения фактических относительных потерь электроэнергии в электрических сетях России с уровнями потерь в электрических сетях промышленно развитых стран, из проведенных энергетических обследований следует, что по России в целом имеется весьма существенный потенциал снижения потерь. По минимальным оценкам он составляет около 15-25 млрд.кВт.ч в год. Это почти шестая часть вырабатываемой электроэнергии всеми атомными электростанциями страны. Из них 3-5 млрд.кВт.ч в год – потенциал снижения технических потерь и 12-20 млрд.кВт.ч в год – потенциал снижения нетехнических (коммерческих) потерь. Доля потенциала снижения значений фактических потерь электроэнергии в сетях для различных РСК и ТСО колеблется в диапазоне от 10 до 40% [2].

Очевидно, что приведенные цифры потенциала снижения потерь требуют уточнения. Наличие этого потенциала объясняется:

- значительным моральным и физическим износом электросетевого оборудования;
- неоптимальными режимами работы электрических сетей по уровням напряжения и потокам реактивной мощности;

- недостаточной мотивацией и квалификацией персонала электросетевых компаний для разработки и внедрения эффективных программ снижения потерь электроэнергии в сетях;
- использованием несовершенных методов расчёта количества отпущенной и потреблённой электроэнергии при отсутствии приборов учёта;
- несовершенством нормативной базы для эффективной борьбы с хищениями электроэнергии;
- недопустимыми погрешностями измерений объёмов электроэнергии, поступившей в электрические сети и отпущенной из электрических сетей;
- несовершенством системы снятия показаний приборов учёта и выставления счетов за потреблённую электроэнергию;
- ростом бездоговорного и безучётного потребления электроэнергии (хищений) в связи с ростом тарифов на электроэнергию;
- переносом ответственности за фактические и коммерческие потери электроэнергии на сетевые компании и снятием этой ответственности со сбытовых организаций;
- недостаточностью материально-финансовых, людских ресурсов для полноценного решения проблем снижения потерь в сетях, в первую очередь, путем создания современных автоматизированных систем учета электроэнергии.

Если не предпринимать своевременных, постоянных, активных и решительных действий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях, они неизбежно будут расти. Этот рост может ускориться в ближайшие годы в связи с объективной необходимостью

ликвидации перекрёстного субсидирования тарифов на электроэнергию, что приведет к увеличению тарифов у населения и бытовых потребителей и будет стимулировать хищения электроэнергии и недоплату за неё (отложенные платежи).

5. Основные направления снижения потерь электроэнергии в электрических сетях России.

Эти направления практически ничем не отличаются от упомянутых выше мероприятий для промышленно развитых стран мира. Типовой перечень мероприятий по снижению потерь известен достаточно давно и установлен отраслевой инструкцией ещё в 1987 г. [9]. С учётом передового зарубежного и отечественного опыта, основные направления снижения потерь электроэнергии сформулированы в «Политике инновационного развития, энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «Россети» [10]. Эти направления можно условно представить в виде следующих пяти групп:

- малозатратные мероприятия по оптимизации установившихся режимов электрических сетей, совершенствованию их эксплуатации, в том числе отключению малозагруженного оборудования, выполнению работ под напряжением и т.п. [9];
- капиталоемкие мероприятия по реконструкции, инновационному развитию электросетевого комплекса, внедрению энергосберегающего оборудования и технологий;
- модернизация, автоматизация и интеллектуализация систем учёта электроэнергии;
- оптимизация системы управления бизнес процессами, внедрение энергетического менеджмента, развитие энергосервисной деятельности;
- совершенствование нормативной базы по контролю и снижению потерь электроэнергии в электрических сетях, повышения энергетической эффективности электросетевого комплекса в целом.

Подробно каждая из названных групп рассмотрена, в частности, в [2]. Последняя из них имеет особенно важное значение. Именно от совершенства нормативной базы (Федеральных Законов, постановлений Правительства РФ, приказов Минэнерго России, Минэкономразвития России, корпоративных документов и стандартов) решающим образом зависит энергетическая эффективность России в целом, в том числе электрических сетей.

В этой нормативной базе и при разработке мероприятий по снижению технических и нетехнических потерь следует различать эффект от их внедрения. В последнее время на различных совещаниях, конференциях, в интервью руководителей все чаще говорится о том, что чуть ли не самым эффективным способом выявления «очагов» потерь и мероприятием по их снижению является установка приборов технического и коммерческого учёта, в том числе приборов учёта с удалённым сбором показаний.

На самом деле, установка приборов учёта электроэнергии (а это не только счётчики, но и измерительные трансформаторы тока и напряжения, а также средства передачи и обработки информации) позволяет лишь повысить объём и достоверность информации о структуре балансов электроэнергии, об отпущенной в сеть, переданной и потребляемой электроэнергии. В результате анализа этой информации появляются дополнительные возможности по выявлению безучётного и бездоговорного потребления электроэнергии, возможности вернуть недополученные финансовые средства за оказанную услугу по передаче электроэнергии, снизить объём неплатежей, улучшить финансовое состояние электросетевой компании. При этом общий уровень фактических потерь действительно, как правило, снижается. Но это снижение обеспечивается преимущественно за счёт уменьшения нетехнических потерь, а по существу небалансов электроэнергии. Эффект энергосбережения от выявления безучётного и бездоговорного потребления электроэнергии носит не прямой, а косвенный характер. Он выражается в лучшем случае в снижении потребления электроэнергии потребителями, оштрафованными за хищения электроэнергии и принявшими штраф как сигнал к недопущению дальнейших хищений. За счёт такого снижения соответствующим образом может уменьшиться нагрузка на сеть и соответствующая незначительная доля технических потерь. Отсюда следует, что, если мы говорим об энергосбережении в электрических сетях за счёт снижения потерь в них, мы должны снижать технические потери электроэнергии. Именно эти потери расходуются на нагрев оборудования электросетей, именно технические потери

мощности являются дополнительной нагрузкой на генераторы электрических станций для её покрытия, именно на технические потери электроэнергии расходуется дополнительное топливо на электростанциях для их компенсации. Эти различия мероприятий по снижению технических и нетехнических потерь следует учитывать при оценке их технико-экономической эффективности. Поскольку технические и нетехнические потери электроэнергии являются неразрывной частью отчётных (фактических) потерь и структурными составляющими общего баланса электроэнергии в сети, достоверное определение каждой из них имеет большое значение. Чем точнее будут рассчитаны технические потери в сетях, тем точнее будет определена нетехническая часть потерь. Тем обоснованнее будут распределены функции и ответственность между электросетями и энергосбытом за снижение потерь. С этой точки зрения, очень важным является непрерывное совершенствование методов расчёта технических потерь с учётом современных знаний об их структуре, влияющих факторах и технических средствах учёта влияния этих факторов на величину потерь. В частности, необходимо дальнейшее совершенствование методов расчёта технических потерь электроэнергии и их структуры, в том числе: методов расчёта потерь электроэнергии на корону в воздушных линиях электропередачи; методов учёта срока службы и физического износа оборудования линий и подстанций, величину показателей качества электроэнергии на величину потерь в сетях. Необходима разработка, внедрение и развитие методов, алгоритмов и программ оперативного мониторинга и анализа потерь и качества электроэнергии в электрических сетях всех ступеней номинального напряжения, методов расчёта потерь от транзитных перетоков мощности и электроэнергии в магистральных и распределительных сетях. С другой стороны очевидно, что совершенствование методов расчета и анализа потерь электроэнергии целиком и полностью зависит от объема, состояния, метрологического обеспечения (точности) и оперативности системы технического и коммерческого учета электроэнергии.

Одна из основных целей конференции 2017 г. по расчетам, анализу и снижению потерь электроэнергии в электрических сетях – рассмотреть эти проблемы в комплексе и в их взаимосвязи.

Выводы

1. Снижение потерь электроэнергии – важнейшая стратегическая задача повышения энергетической эффективности всех электросетевых компаний России.
2. Величина суммарных абсолютных, относительных потерь электроэнергии и их структуры в электрических сетях страны в целом требует уточнения и систематического контроля. Для этого необходима разработка и утверждение нормативных документов по расчёту фактических потерь электроэнергии по ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети», ТСО, регионам и стране в целом. Необходимо совершенствование государственной системы отчётности, мониторинга и анализа балансов и потерь электроэнергии.
3. Отчётные значения относительных потерь электроэнергии в электрических сетях России в 2-3 раза выше, чем в сетях промышленно развитых стран. Необходим систематический анализ передового зарубежного и отечественного опыта и активное его использование в разработке и внедрении мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в российских электрических сетях.
4. Необходимо дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы по:
 - организации консолидированной ответственности и взаимодействия электросетевых, энергосбытовых организаций и операторов коммерческого учёта по снижению технических и нетехнических потерь;
 - совершенствованию методов нормирования потерь, рейтинговой оценки электросетевых компаний, формированию технико-экономически обоснованных заданий по снижению фактических потерь электроэнергии в сетях с выделением соответствующего финансирования на это снижение;
 - тарифному стимулированию повышения уровня компенсации реактивной мощности в электрических сетях и у потребителей, обеспечению допустимых значений качества электроэнергии;
 - уточнению методов расчёта технических потерь электроэнергии и их структуры с учётом новых знаний, влияющих факторов и новых возможностей оперативного мониторинга и анализа потерь;
 - системной оценке ожидаемой и фактической эффективности капиталоемких мероприятий, в том числе с учётом капитализированных потерь электроэнергии в оборудовании за срок владения им.

Литература.

1. Годовые отчёты ОАО «Россети» и ПАО «Россети» за 2010-2016 г.г, rosseti.ru. .
2. В.Э. Воротницкий Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях.- М.:»Интехэнерго-Издат», «Теплоэнергетик», 2016 – 336с.
3. Electric power transmission and distribution losses (% of output)// <http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>.
4. В.Э. Воротницкий, В.А. Овсейчук, Г.П. Кутовой Снижение потерь электроэнергии. Стратегический путь повышения энергетической эффективности сетей. Новости электротехники №3(93), №4(94), 2015.
5. Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации (утв. Распоряжением Правительства РФ от 3 апреля 2013 № 511-р)
6. <https://www.statista.com>...)Electricity
7. Приказ Росстата от 29.08.2012 №470 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью предприятий»
8. Рейтинг электросетевых компаний. Энергетика и промышленность России. Специальный выпуск. Октябрь, 2010г.
9. Инструкция по снижению технологического расхода электроэнергии на её передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений И 34-70-028-86 М., СПО «Союзтехэнерго», 1987.
10. Политика инновационного развития, энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «Россети» (утв. Советом Директоров ОАО «Россети», протокол от 23.04.2014 №150)