

УДК 336.67

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ ПЕРЕДАЧЕ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

© Н.Г. Уразова¹, А.О. Галаган²

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В данной статье освещены проблемы, присущие электроэнергетике, в частности – проблема потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям. Рассмотрена структура потерь электроэнергии и природа их возникновения. Проведен анализ причин потерь электроэнергии, выявлены основные факторы, влияющие на потери. Авторами отмечено, что основная задача электросетевых компаний – это борьба с потерями.

Ключевые слова: электроэнергетика, коммерческие потери электроэнергии, технические потери электроэнергии, электросетевая компания.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF LOSSES OF ELECTRICITY DURING ITS TRANSMISSION THROUGH ELECTRIC GRIDS

N.Urazova, A.Galagan

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russian Federation.

This article highlights the problems inherent in the electricity industry, in particular – the problem of electricity losses during transmission via power grids. The structure of energy losses and the nature of their occurrence were revealed. We analyzed the causes of energy losses, we identified the key factors influencing losses. The authors noted that the main task of the electric grid companies – a struggle with losses.

Key words: electric power industry, commercial power losses, technical power losses, power grid company

Электроэнергетическая отрасль России – это развивающийся в масштабах всей страны высокоавтоматизированный комплекс электростанций, электрических сетей и объектов электросетевого хозяйства, объединенный единым технологическим циклом и централизованным оперативно-диспетчерским управлением.

Электроэнергетика является важнейшей базовой отраслью промышленности и экономики России. От уровня ее развития зависит все народное хозяйство страны, а так же уровень развития научно-технического прогресса в стране.

Уровень электропотребления определяется спросом на электроэнергию со стороны экономики и бытового сектора, включая собственные нужды электростанций, а также потери при её передаче и распределении.

В условиях изменения хозяйственного механизма электроэнергетической отрасли в стране проблема снижения потерь электроэнергии в электрических сетях не только не утратила своей актуальности, а стала скорее одной из основных задач обеспечения финансовой стабильности энергопредприятий.

Выработка и потребление электроэнергии в стране с каждым годом увеличивается: выработка в 2016 г. составила – 1048,45 млрд кВтч, что выше, чем в 2015 г. на 2,1 %. Фактическое потребление электроэнергии по ЕЭС России в 2016 г. составило 1026,86 млрд кВтч, что выше факта 2015 г. на 1,8 % [4]. То есть потребление и выработка электроэнергии в 2016 г. увеличились по сравнению с 2015 г., следовательно, увеличились и потери электроэнергии. По данным электробаланса Росстата [3] потери электроэнергии в электрических сетях по России в 2016 г. составили 21,6 млрд кВтч, что на 14 % выше уровня 2015 г. Однако проблема заключается в том, что потери электроэнергии растут непропорционально потреблению электроэнергии.

С увеличением потребления электроэнергии, увеличивается доля потерь электроэнергии, поскольку состояние электросетевого хозяйства в России нельзя назвать удовлетворительным – износ оборудования в отрасли составляет 60-70%. Такое положение приводит к возникновению техногенных катастроф и ставит под угрозу стабильность энергообеспечения целых регионов страны.

¹ Уразова Нина Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления промышленными предприятиями, e-mail: urazova_nina@mail.ru

Urazova Nina, PhD, Candidate of Economical Sciences, associate professor, Department of Management of industrial enterprises, e-mail: urazova_nina@mail.ru

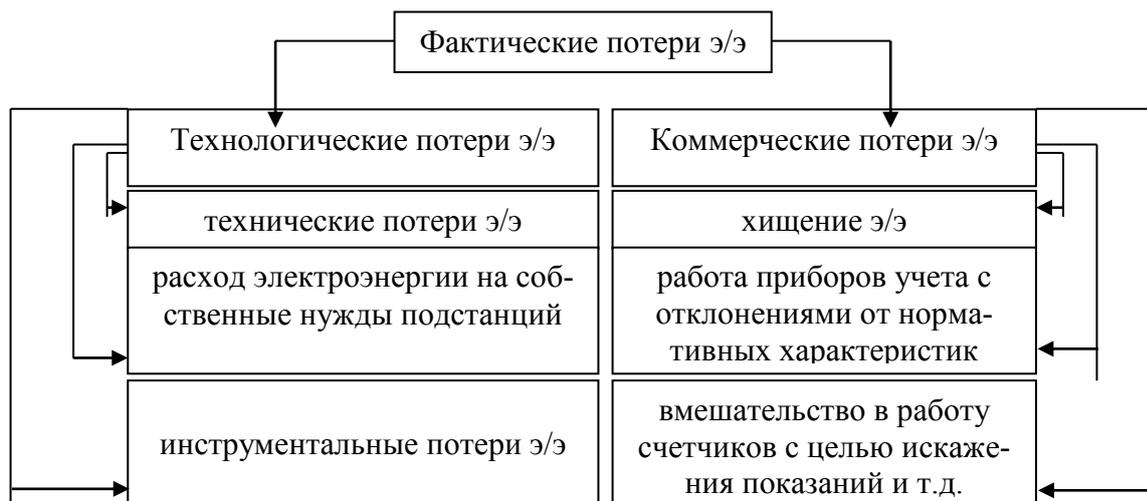
² Галаган Анита Олеговна, аспирант кафедры управления промышленными предприятиями, e-mail: anisvet90@yandex.ru

Galagan Anita, Post-graduate, Department of Management of industrial enterprises, e-mail: anisvet90@yandex.ru

Потери электроэнергии при транспортировке по сетям – одна из важных для энергетической отрасли проблем сегодня. Энергопотери негативно отражаются на функционировании всей системы электроснабжения, так для потребителей потери отрицательно сказываются на качестве электроснабжения, а для энергопредприятий – на их экономике [2].

Фактические (отчетные) потери электроэнергии определяют как разность электроэнергии, поступившей в сеть, и электроэнергии, отпущенной из сети потребителям. Эти потери включают в себя составляющие различной природы: потери в элементах сети, имеющие чисто физический характер, расход электроэнергии на работу оборудования, установленного на подстанциях и обеспечивающего передачу электроэнергии, погрешности фиксации электроэнергии приборами ее учета и, наконец, хищения электроэнергии, неоплату или неполную оплату показаний счетчиков и т.п. [2].

Разделение потерь на составляющие может проводиться по разным критериям: характеру потерь (постоянные, переменные), классам напряжения, группам элементов, производственным подразделениями и т.д. Учитывая физическую природу и специфику методов определения количественных значений фактических потерь, они могут быть разделены на следующие составляющие (рисунок).



Структура потерь электроэнергии

На сегодняшний день суммарные потери в энергосистеме растут и в абсолютном значении, и в процентах от отпуска электроэнергии в сеть, увеличиваются как технические потери, так и коммерческие потери электроэнергии.

1) технические потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами в проводах и электрооборудовании, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям;

2) расход электроэнергии на собственные нужды подстанций, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и жизнедеятельности обслуживающего персонала, определяемый по показаниям счетчиков, установленных на трансформаторах собственных нужд подстанций;

3) потери электроэнергии, обусловленные инструментальными погрешностями их измерения (инструментальные потери).

Три первые составляющие структуры потерь обусловлены технологическими потребностями процесса передачи электроэнергии по сетям и инструментального учета ее поступления и отпуска. Сумма этих составляющих хорошо описывается термином технологические потери.

В отдельную группу выделяют коммерческие потери, обусловленные хищениями электроэнергии, несоответствием показаний счетчиков оплате за электроэнергию бытовыми потребителями и другими причинами в сфере организации контроля над потреблением энергии. Они представляет собой воздействие «человеческого фактора» и включает в себя все его проявления: сознательные хищения электроэнергии некоторыми абонентами с помощью изменения показаний счетчиков, неоплату или неполную оплату показаний счетчиков и т.п. Их значение определяют как разницу между фактическими (отчетными) потерями и технологическими потерями [2].

Критерии отнесения части электроэнергии к потерям могут быть физического и экономического характера.

Сумму технических потерь и коммерческих потерь можно назвать физическими потерями электроэнергии. Эти составляющие действительно связаны с физикой распределения энергии по сети. При этом первые две составляющие физических потерь относятся к технологии передачи электроэнергии по сетям, а третья - к технологии контроля количества переданной электроэнергии.

Экономика определяет потери как часть электроэнергии, на которую ее зарегистрированный полезный отпуск потребителям - это объем потребленной электроэнергии абонентами - оказался

меньше электроэнергии, произведенной на своих электростанциях и закупленной у других ее производителей. При этом зарегистрированный полезный отпуск электроэнергии здесь не только та его часть, денежные средства за которую действительно поступили на расчетный счет энергоснабжающей организации, но и та, на которую выставлены счета, т.е. потребление энергии зафиксировано. В отличие от этого реальные показания счетчиков, фиксирующих потребление энергии бытовыми абонентами, неизвестны. Полезный отпуск электроэнергии бытовым абонентам определяют непосредственно по поступившей за месяц оплате, поэтому к потерям относят всю неоплаченную энергию [6].

С точки зрения экономики расход электроэнергии на собственные нужды подстанций ничем не отличается от расхода в элементах сетей на передачу остальной части электроэнергии потребителям.

Недоучет объемов полезно отпущенной электроэнергии является такой же экономической потерей, как и две описанные выше составляющие. То же самое можно сказать и о хищениях электроэнергии. Таким образом, все четыре описанные выше составляющие потерь с экономической точки зрения одинаковы.

Объектом исследования являются потери электроэнергии компании по эксплуатации электрических сетей ОГУЭП «Облкоммунэнерго» в Иркутской области. Цель – определить, какие факторы влияют на потери электроэнергии при ее передаче в зоне ответственности сетевой организации в 2015–2016 гг.

Рассмотрим данные балансов электроэнергии предприятия за 2014–2016 гг. [5].

Таблица 1

Сравнение данных баланса электроэнергии

Сравнение 2014 г. и 2015 г., 2015 г. и 2016 г.						
	2014	2015	2015/2014	2015	2016	2016/2015
Поступление электроэнергии, млн.кВтч	3883,767	3832,716	1,31%	3832,716	3929,030	+2,5%
Полезный отпуск электроэнергии, млн.кВтч	3280,618	3038,092	7,39%	3038,092	3129,467	+3%
Потери электроэнергии, млн.кВтч	603,149	749,624	2,43	749,624	799,564	+6,66%
Потери электроэнергии, %	15,53	19,58	–	19,58	20,35	–

Из табл. 1 видно, что при снижении поступления электроэнергии в 2015 г. – это объем электроэнергии, поступившей в сеть, - по сравнению с поступлением 2014 г. потери электроэнергии наоборот увеличились. При увеличении поступления электроэнергии в сеть в 2016 г. по сравнению с 2015 г. увеличились и потери электроэнергии, однако поступление увеличилось на 2,5 %, в то время как потери – на 6,66 %. Из этого следует, что наблюдается тенденция увеличения потерь электроэнергии без учета изменения объемов поступления электроэнергии в сеть.

Согласно данным баланса электроэнергии [5] технические потери электроэнергии на предприятии составляют 11,5 %, следовательно, оставшаяся часть фактических потерь приходится на коммерческие потери электроэнергии.

Рассмотрим ряд причин, из-за которых в сетях предприятия возникают потери:

Объективные причины:

1. Погодные условия (температура наружного воздуха),

Субъективные причины:

2. Высокий износ оборудования,

3. Отсутствие приборов учета у потребителей,

4. Отсутствие переданных показания приборов учета потребителями,

5. Отсутствие снятых контрольных показаний сотрудниками компании,

6. Наличие бездоговорного и безучетного потребления (хищение электроэнергии, вмешательство в работу приборов учета, установка приборов учета не на границе балансовой принадлежности с потребителем и т.д.),

7. Характер потребления электроэнергии (юридические/физические лица).

В табл. 2 представлены данные по указанным выше критериям за 2015–2016 гг.

Анализ причин потерь электроэнергии

Критерий сравнения	2015	2016	Ухудшение
Износ оборудования, %	83	84	да
Средняя температура наружного воздуха по Иркутской области, °С [7]	3,22	2,03	да
Процент потребителей без приборов учета, %	6,87	3,73	нет
Процент абонентов, по которым имеются показания хотя бы раз в квартал, %	44,67	42,68	да
Процент потребителей, по которым нет показаний больше 6 мес., %	37,8	36,95	да
Количество выявленных актов бездоговорного и безучетного потребления (с учетом того, что хищение электроэнергии не уменьшилось), шт.	1641	1328	да
Соотношение потребителей: юридические лица/физические лица, шт./шт.	19846/166259	19886/166155	нет

Согласно данным таблицы 2 ухудшение в 2016 г. произошло по пяти показателям из семи. Данные по таким критериям как: «Отсутствие приборов учета у потребителей» и «Характер потребления электроэнергии (юридические/физические лица)» – изменились в лучшую сторону. Тем не менее можно сделать вывод, что указанные в таблице критерии влияют на величину потерь электроэнергии. При этом, средняя температура наружного воздуха – это показатель, на который невозможно повлиять и изменить сотрудникам предприятия, а вот оставшиеся критерии являются инструментом, которым должно управлять предприятие и направлять все усилия на улучшение этих показателей. Ведь потери электроэнергии – это убытки для электросетевой компании, а полностью доведенная электроэнергия до потребителя – выпучка компании.

Износ оборудования – это причина возникновения технических потерь электроэнергии, другими словами – это проблема привлечения инвестиций, либо нерациональное расходование собственных средств предприятия. В данном случае необходимо разработать эффективную программу, направленную на снижение потерь электроэнергии за счет модернизации электрических сетей и энергооборудования, и привлечь финансовые ресурсы для реализации этой программы.

Процент потребителей, по которым нет показаний, – это неэффективная работа сотрудников предприятия. Здесь можно выделить несколько причин: либо сотрудники не снимают показания приборов учета, либо не имеют возможность доступа к приборам учета этих потребителей. Однако данную проблему можно решить путем установки приборов учета электроэнергии на опорах и путем использования автоматизированной системы коммерческого учета, в связи с чем опрос показаний будет происходить автоматически, но данная система требует значительных денежных вложений, поэтому не каждая электросетевая компания имеет возможность реализации данных мероприятий.

Снижение выявленных актов хищения электроэнергии – это также недоработка персонала компании. Однако здесь может быть выявлено несколько факторов: неэффективная работа персонала, недостаточное материальное стимулирование сотрудников, отсутствие транспорта или ГСМ и т.д. Тем не менее, количество актов выявленного безучетного и бездоговорного потребления уменьшалось в 2016 г. по сравнению с 2015 г., что негативно отразилось на полезном отпуске электроэнергии, а значит на потерях.

Исходя из вышесказанного, следует, что на потери электроэнергии влияет ряд факторов, которые в свою очередь зависят от других. Однако, в первую очередь компании необходимо эффективно организовать работу сотрудников, обеспечить их необходимыми расходными материалами, отрегулировать систему поощрения и разработать схемы и методы привлечения денежных средств в компанию.

Борьба с потерями – одна из основных задач электросетевых компаний. При увеличении потерь растут расходы компании, при уменьшении потерь увеличивается полезный отпуск электроэнергии, а это значит, что до потребителя доведена электроэнергия в полном объеме, и электросетевая компания получила денежные средства за оказанную услугу по передаче электроэнергии.

Библиографический список:

1. Доклад «Электроэнергетика России: ключевые цифры и анализ показателей функционирования за 2016 год».
2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. Руководство для практических расчетов. М.: ЭНАС, 2009. С. 456.

3. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2014 году, подготовлен в соответствии с «Правилами разработки и утверждения схем и программ развития электроэнергетики» (утверждены постановлением Правительства РФ от 17.10.2009 № 823).
4. Сайт Министерства энергетики РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1161> (22.12.2017)
5. Сайт ОГУЭП «Облкоммунэнерго» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.облкоммунэнерго38.рф/index.php/raskrytie-informatsii> (22.12.2017)
6. Экономика России, цифры и факты. Часть 7 Энергетика. – 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://utmagazine.ru/posts/10560-ekonomika-rossii-cifry-i-fakty-chast-7-energetika> (23.22.2017)
7. Среднемесячная температура воздуха [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://teplodomus.ru/statistics/temperature/38/> (18.12.2017)