

УДК 519.7, 519.8

## СТРУКТУРА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ДУБНЕНСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Болонкина Елена Александровна<sup>1</sup>, Тюпикова Татьяна Викторовна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Старший преподаватель;

ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,  
Институт системного анализа и управления;

141980, Московская обл., г Дубна, ул. Университетская, 19;

e-mail: BOLONKINAEA@mosenergoby.ru.

<sup>1</sup> Кандидат экономических наук, доцент Института системного анализа и управления;

ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,  
Институт системного анализа и управления;

141980, Московская обл., г Дубна, ул. Университетская, 19;

e-mail: tanya@jinr.ru.

*Технологический расход электроэнергии на ее транспорт (потери) эта та часть энергии, которая расходуется в процессе передачи из мест производства до потребления. Экономически обоснованный уровень этих потерь, их расчет и снижение в электрических сетях, является важнейшей задачей, от которой зависит рентабельность работы энергосистемы.*

Ключевые слова: системный анализ, информационные системы, моделирование структуры предприятия, процесс принятия решений.

## STRUCTURE OF ELECTRIC ENERGY LOSSES AS EXEMPLIFIED WITH THE DATA ON THE DUBNA NETWORK SYSTEM

Bolonkina Elena Aleksandrovna<sup>1</sup>, Tyupikova Tatyana Viktorovna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Senior teacher;

International university of the nature, society and man «Dubna», Institute of system analysis and management;

141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;

e-mail: BOLONKINAEA@mosenergoby.ru.

<sup>1</sup> PhD, docent of Institute of system analysis and management;

International university of the nature, society and man «Dubna», Institute of system analysis and management;

141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;

e-mail: tanya@jinr.ru.

*The technological power consumption for its transport (losses) is the part of energy that is consumed in the process of its transportation from the place of its production to the consumption area. The economically grounded level of these losses, their calculation and decrease in the network system is a most important task that makes the network system efficiency depending on its solution.*

Keywords: systems analysis, information systems, enterprise structure simulation, decision making procedure.

## Введение

В настоящее время значимость проблемы потерь электроэнергии существенно возросла. Стоимость потерь является одной из составляющих тарифа на электроэнергию. Энергетические комиссии (как региональные, так и федеральная) тщательно анализируют обоснованность включения в тариф величины потерь электроэнергии.

Снижение уровня потерь электроэнергии в этой связи представляется весьма актуальной задачей, особенно в свете реализации обнародованной руководством РАО «ЕЭС России» программы сдерживания тарифов. Программа определяет новые подходы к тарифной политике: установление тарифов на трехлетний срок, а также изменение базовых принципов их формирования. На смену существующему сегодня принципу «затраты плюс» должен прийти новый, по которому тарифы устанавливаются исходя из уровня инфляции (так называемый принцип «инфляция минус»). В настоящее время руководители нескольких регионов РФ уже подписали с Председателем правления РАО «ЕЭС России» Соглашения о стабилизации тарифов на электрическую энергию.

Как известно, отчетные или общие потери электроэнергии в сетях  $\Delta W$  состоят из суммы технических  $\Delta W_T$  и нетехнических, как их называют за рубежом, или, как их называют у нас, коммерческих потерь  $\Delta W_K$ :

$$\Delta W = \Delta W_T + \Delta W_K. \quad (1)$$

### 1. Технические потери

Технические потери электроэнергии  $\Delta W_T$ , равные сумме переменных (нагрузочных)  $\Delta W_{НП}$  и условно-постоянных (практически независимых от нагрузки)  $\Delta W_{УП}$  составляющих, обусловлены физическими процессами передачи электроэнергии по электрическим сетям и выражаются в преобразовании части электроэнергии в тепло в элементах электрической сети, а также в расходе части электроэнергии на технологическое функционирование электрической сети:

$$\Delta W_T = \Delta W_{НП} + \Delta W_{УП}. \quad (2)$$

Все структурные составляющие технических потерь электроэнергии, за исключением расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций, определяются расчетным путем.

Переменные (нагрузочные) технические потери электроэнергии  $\Delta W_{НП}$ , определяемые расчетным путем, зависят от протекающего электрического тока по элементам электрической сети:

- в меди силовых трансформаторов и автотрансформаторов, в том числе трансформаторов собственных нужд;
- в линиях электропередачи;
- в токоограничивающих реакторах;
- в обмотках синхронных компенсаторов.

Условно-постоянные технические потери электроэнергии, определяемые расчетным путем, практически не зависят от протекающего электрического тока в сети. Их составляют потери электроэнергии:

- в стали силовых трансформаторов и автотрансформаторов, в том числе трансформаторов собственных нужд;
- в шунтирующих реакторах;
- в воздушных линиях на корону;
- в изоляции кабельных линий;
- в компенсирующих устройствах: батареях статических конденсаторов, статических тиристорных компенсаторах, синхронных компенсаторах;

- в ограничителях перенапряжения, вентильных разрядниках, устройствах ВЧ-связи;
- в измерительных трансформаторах тока и напряжения, счетчиках электроэнергии;
- потери от токов утечки по изоляторам воздушных линий;
- расход электроэнергии на плавку гололеда.

К условно-постоянным техническим потерям электроэнергии относится также расход электроэнергии на собственные нужды подстанций  $\Delta W_{CH}$ , необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и выполнения должностных обязанностей персонала, обслуживающего эти подстанции. Он определяется по показаниям счетчиков собственных нужд подстанций 35 – 500 кВ и укрупненным нормативам для подстанций 10(6) кВ и РП 10(6) кВ.

## 2. Коммерческие потери

Коммерческие потери электроэнергии  $\Delta W_K$  в электрических сетях ЭСО представляют собой не что иное, как фактический небаланс электроэнергии в электрической сети, который в абсолютных единицах вычисляется по формуле:

$$\Delta W_K = W_{OC} - W_{ПО} - \Delta W_T, \quad (3)$$

где  $W_{OC}$  — отпуск электроэнергии в сеть, определяемый по разности показаний счетчиков, учитывающих электроэнергию, поступившую в электрическую сеть от смежных энергосистем, ПЭС или МГЭС, и счетчиков, учитывающих электроэнергию, переданную в электрические сети смежных энергосистем, ПЭС или МГЭС;

$W_{ПО}$  — полезный отпуск электроэнергии потребителям, определяемый для промышленных, строительных и приравненных к ним потребителей, бюджетных и других организаций также по показаниям электросчетчиков. Для бытовых потребителей полезный отпуск определяется по платежам  $P_B$  через сберкассы и средневзвешенному расчетному тарифу на электроэнергию  $T_B$ :

$$W_{ПО} = P_B / T_B; \quad (4)$$

$\Delta W_T$  — технические потери электроэнергии, рассчитываемые в соответствии с нормативными документами.

В идеальном случае небаланс электроэнергии в электрической сети (коммерческие потери), определяемый по формуле (3), должен быть равен нулю. Очевидно, однако, что в реальных условиях отпуск в сеть, полезный отпуск и технические потери определяются с погрешностями. Разности этих погрешностей фактически и являются структурными составляющими коммерческих потерь. Они должны быть по возможности сведены к минимуму за счет выполнения соответствующих мероприятий.

В общем случае составляющие коммерческих потерь электроэнергии можно объединить в три группы:

- обусловленные погрешностями измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии потребителям;
- обусловленные занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности и хищений электроэнергии;
- обусловленные задолженностью по оплате за электроэнергию.

### 2.1. Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные погрешностями измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии потребителям

Погрешность измерений электроэнергии может быть разбита на более чем 30 составляющих.

К основным наиболее значимым составляющим погрешностей измерительных комплексов, в которые могут входить трансформатор тока, трансформатор напряжения, счетчик электроэнергии, линия присоединения счетчика электроэнергии к трансформатору напряжения, относятся:

- погрешности измерений электроэнергии в нормальных условиях работы измерительного комплекса, определяемые классами точности трансформатора тока, трансформатора напряжения и счетчика электроэнергии (допустимые метрологические потери электроэнергии);
- дополнительные погрешности измерений электроэнергии в реальных ненормированных условиях эксплуатации измерительных комплексов, обусловленные:
- заниженным против нормативного коэффициентом мощности нагрузки (дополнительной угловой погрешностью);
- влиянием на счетчик электроэнергии магнитных и электромагнитных полей различной частоты;
- недогрузкой и перегрузкой трансформатора тока, трансформатора напряжения и счетчика электроэнергии;
- несимметрией и уровнем подведенного к измерительному комплексу напряжения;
- работой счетчика электроэнергии в неотапливаемых помещениях с недопустимо низкой температурой;
- недостаточной чувствительностью счетчиков электроэнергии при их малых нагрузках, особенно в ночные часы;
- систематические погрешности, обусловленные сверхнормативными сроками службы измерительного комплекса. В частности, по результатам проверки Мособлэнергонадзором состояния приборов учета электроэнергии у бытовых потребителей электроэнергии в городах Московской области установлено, что 81 % электросчетчиков общего количества проверенных подлежит замене и не соответствуют ГОСТ 6570-75 «Счетчики электрические активной и реактивной энергии индукционные. Общие технические условия» по погрешностям измерений. При этом 51 % электросчетчиков имеют в среднем отрицательную погрешность минус 13 %;
- погрешности, связанные с неправильными схемами подключения электросчетчиков, трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, в частности, нарушениями фазировки подключения счетчиков;
- погрешности, обусловленные неисправными приборами учета электроэнергии;
- погрешности снятия показаний электросчетчиков из-за:
- ошибок или умышленных искажений записей показаний;
- неодновременности или невыполнения установленных сроков снятия показаний счетчиков, нарушения графиков обхода счетчиков;
- ошибок в определении коэффициентов пересчета показаний счетчиков в электроэнергию.

## **2.2. Коммерческие потери, обусловленные занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности**

Эти потери включают несколько составляющих:

- потери при выставлении счетов;
- несоответствие дат снятия показаний расчетных счетчиков с расчетным периодом;
- расчеты потребленной электроэнергии абонентом на основе договоров безучетного электропотребления;
- наличие бесхозных потребителей;
- потери от хищений электроэнергии.

### **2.2.1. Потери при выставлении счетов обусловлены:**

- 1) неточностью данных о потребителях электроэнергии, в том числе:

- недостаточной или ошибочной информацией о заключенных договорах на пользование электроэнергией;
- ошибками в корректировке данных о потребителях и т. п.;
- 2) ошибками при выставлении счетов, в том числе:
- невыставленными счетами потребителям из-за отсутствия точной информации по ним и постоянного контроля за актуализацией этой информации;
- отсутствием контроля и ошибками в выставлении счетов клиентам, пользующимся специальными тарифами;
- отсутствием контроля и учета откорректированных счетов
- и т. п.

### **2.2.2. *Несоответствие дат снятия показаний расчетных счетчиков с расчетным периодом***

Наличие большого количества потребителей и, как правило, недостаточная укомплектованность АО-энерго персоналом (контролерами, электромонтерами), а также весьма ограниченное использование автоматизированных систем учета электроэнергии приводят к тому, что показания счетчиков у большинства потребителей снимаются раньше расчетного периода или же передаются самим потребителем.

В обоих случаях снижается полезный отпуск и, как следствие, увеличиваются коммерческие потери.

Особенно это характерно для второго случая, когда показания снимаются самим потребителем, что позволяет ему занижать потребление и относить платежи на поздние сроки.

### **2.2.3. *Расчеты потребленной электроэнергии абонентом на основе договоров безучетного электропотребления***

При отсутствии учета электроэнергии у абонента определение потребления осуществляется расчетным образом, что сказывается на правильности определения полезного отпуска и, как следствие, на значении коммерческих потерь.

### **2.2.4. *Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные наличием бесхозных потребителей***

Кризисные явления в стране, появление новых акционерных обществ привели к тому, что в большинстве энергосистем в последние годы появились и уже довольно значительное время существуют жилые дома, общежития, целые жилые поселки, которые не стоят на балансе каких-либо организаций. Электро- и теплоэнергию, поставляемые в эти дома, жильцы никому не оплачивают. Попытки энергосистем отключить неплательщиков не дают результатов, так как жители вновь самовольно подключаются к сетям. Электроустановки этих домов никем не обслуживаются, их техническое состояние грозит авариями и не обеспечивает безопасность жизни и имуществу граждан.

### **2.2.5. *Потери от хищений электроэнергии в связи незаконным подключением потребителей и мошенничеством с приборами учета и т. д.***

Это одна из наиболее существенных составляющих коммерческих потерь, которая является предметом заботы энергетиков в большинстве стран мира.

Обобщение международного и отечественного опыта по борьбе с хищениями электроэнергии показало, что в основном ими занимаются бытовые потребители. Имеют место кражи электроэнергии, осуществляемые промышленными и торговыми предприятиями, но объем этих краж нельзя считать определяющим.

Хищения электроэнергии имеют достаточно четкую тенденцию к росту, особенно в регионах с неблагополучным теплоснабжением потребителей в холодные периоды года, а также практически во

всех регионах в осенне-весенние периоды, когда температура воздуха уже сильно понизилась, а отопление еще не включено.

### 2.3. Коммерческие потери, обусловленные задолженностью по оплате за электроэнергию – финансовые потери

Структуру баланса электроэнергии по выписанным, фактически оплаченным счетам и неоплаченной электроэнергии укрупненно можно представить в виде рисунка 1.

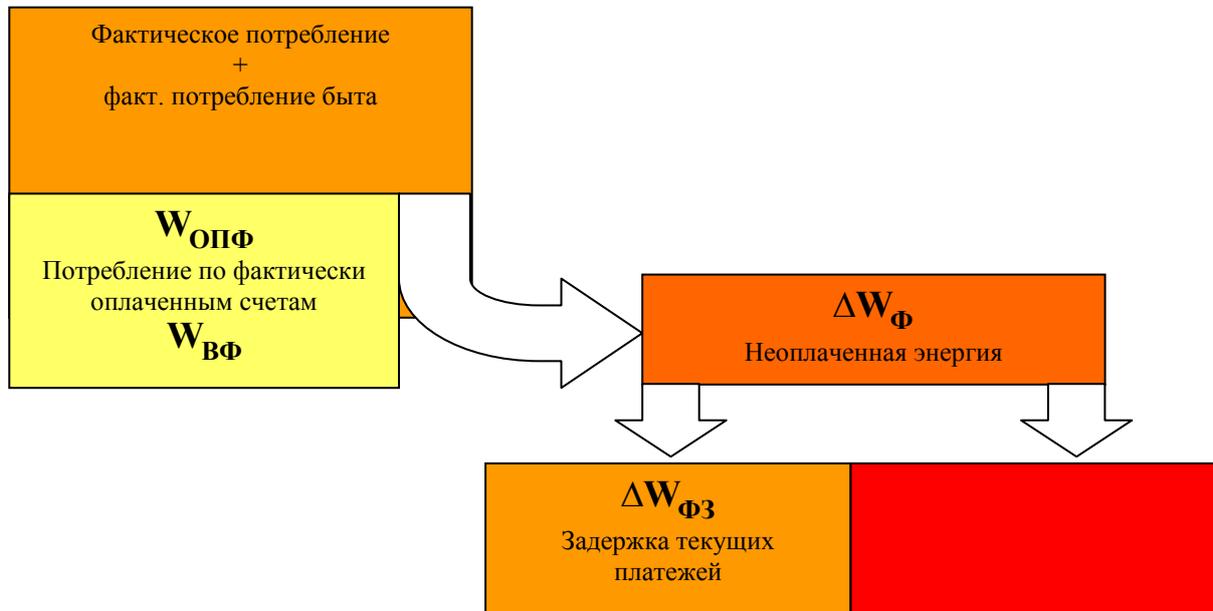


Рис. 1 Структура баланса электроэнергии

Из рисунка следует, что

$$W_{ВФ} = W_{ОПФ} + \Delta W_{\Phi}, \quad (5)$$

где

$$\Delta W_{\Phi} = \Delta W_{\Phi 3} + \Delta W_{К}. \quad (6)$$

В денежном выражении финансовые потери энергоснабжающей организации из-за наличия коммерческой составляющей потерь электроэнергии могут быть рассчитаны по формуле:

$$\Phi_{П.КОМ} = \Delta W_{К} \cdot T, \quad (7)$$

где  $T$  — среднеотпускной тариф электроэнергии по предприятию.

Финансовые потери, обусловленные задержкой платежей (в том числе неодновременностью оплаты за электроэнергию бытовыми потребителями – так называемой «сезонной составляющей»),  $\Phi_3$ , рассчитываются по формуле:

$$\Phi_3 = W_{ПО} \cdot T \cdot d_3 \cdot C_{ЦБ} / D, \quad (8)$$

где  $W_{ПО}$  — полезный отпуск электроэнергии;

$T$  — среднеотпускной тариф;

$d_3$  — среднегодовая задержка платежей в днях;

$C_{ЦБ}$  — процентная ставка рефинансирования Центробанка;

$D$  — количество дней в году.

Тогда финансовые потери из-за наличия коммерческих потерь электроэнергии и задержки платежей определяются по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \Phi_{\Pi, \text{КОМ}} + \Phi_3 = (\Delta W_K + W_{\text{ПО}} \cdot d_3 \cdot C_{\text{ЦБ}} / D) \cdot T. \quad (9)$$

Данная составляющая коммерческих потерь электроэнергии имеет место в связи с тем, что бытовые потребители объективно не в состоянии одновременно снять показания счетчиков и оплатить за электроэнергию. Как правило, платежи отстают от реального электропотребления, что, безусловно, вносит погрешность в определение фактического полезного отпуска бытовым потребителем и в расчет фактического небаланса электроэнергии, так как отставание может составлять 1–3 месяцев и более.

В действующей методике составления баланса электроэнергии отпуск электроэнергии населению определяется по факту оплаты и принимается за 100 %.

Реально же отпуск населению совершенно иной, может быть определен весьма приблизительно и достаточно сложно прогнозируем в силу ряда причин:

- значительная часть населения, особенно в сельской местности, производит оплату с периодичностью один раз в 2–3 месяца;
- уровень оплаты подвержен сезонности из-за владельцев дачных участков, осуществляющих единовременные платежи в летний период;
- уровень коммерческих потерь существенно возрастает после повышения тарифов, поскольку население завышает показания счетчиков и оплачивает большее количество электроэнергии по старым, более низким тарифам. В результате в месяц, предшествующий повышению тарифа, полезный отпуск населению возрастает, а в последующие 1–3 месяца он ниже.

И хотя недоплачиваемый населением отпуск электроэнергии нельзя считать полностью потерянным, сложность заключается в достоверной его оценке, что может быть сделано лишь с некоторыми допущениями.

Вторая составляющая коммерческих (финансовых) потерь — долговые, безнадежные долги и неоплаченные счета,  $\Phi_{\text{БН}}$ , из-за:

- неудовлетворительной процедуры востребования оплаты. Сюда же включается часть абонентов, являющихся злостными неплательщиками, имеющими многомесечную задолженность, которую невозможно востребовать даже по решению суда ввиду отсутствия доходов согласно заключениям судебных приставов;
- неплатежеспособности потребителей;
- плохого учета неоплаченных счетов и управления оплатой, в том числе потери документов об оплате и т. п.

В этом случае, электроэнергия, выставленная потребителям к оплате, включается в полезный отпуск и не попадает в коммерческие потери, также является частью выпадающего дохода электросетевого предприятия.

Из рассмотренной структуры суммарного выпадающего дохода энергоснабжающего предприятия следует, что его основную долю составляет выпадающий доход из-за наличия коммерческих потерь. Следовательно, снижение коммерческих потерь электроэнергии — основной путь снижения финансовых потерь энергоснабжающего предприятия из-за неоплаченной электроэнергии.

Этот путь, как известно, весьма трудоемок и требует значительных усилий по совершенствованию системы учета электроэнергии, энергосбытовой деятельности, расчетов и анализа технических потерь, управлению персоналом предприятия. При определении тарифа в расчеты включаются суммарные потери по всем напряжениям, однако было бы справедливо разделять их по уровню отпуска электроэнергии абонентам при расчете соответствующего тарифа.

Рост тарифов, во-первых, не стимулирует развитие работ по снижению потерь в сетях, более того, он приводит при определенном уровне к ещё большим объемам хищений электроэнергии и к необходимости дальнейшего роста тарифов, если идти этим путем.

- Очевидно, что более правильный, хоть и значительно более трудный путь – это разработка и реализация технико-экономически обоснованной программы действий по снижению технических и коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях. Такая программа действий может быть составлена и практически реализована в результате тесного взаимодействия энергопоставляющего предприятия с региональной энергетической комиссией и местной администрацией. Это взаимодействие должно быть основано на компетентном и объективном финансовом, энергетическом, экономическом и технологическом аудите предприятия, на достоверном определении стоимости услуг по передаче электроэнергии и тарифа на электроэнергию в целом, достоверном обосновании инвестиционной части тарифа на совершенствование системы учета электроэнергии. снижение коммерческих потерь – работа длительная и трудная, требующая постоянного внимания и бдительности, значительных материальных средств на организацию и совершенствование учета электроэнергии, на расчеты и анализ технических потерь, на создание информационной системы по потребителям электроэнергии и т.п. Ослабление внимания к коммерческим потерям даже на короткий период неизбежно приводит к их росту;
- коммерческие потери должны рассчитываться не только в киловатт-часах, как составляющая баланса электроэнергии, но и в денежном выражении, как финансовые убытки энергопредприятия. Как явно упущенная выгода в форме недополученной прибыли, включающая в себя потери при востребовании оплаты за поставленную клиентам электроэнергию;
- коммерческие потери в широком смысле не являются фатально неизбежными. Они могут и должны быть снижены в результате активной, целенаправленной деятельности энергопредприятия, которая должна осуществляться в соответствии со специально разработанным проектом;
- коммерческие потери не могут быть измерены какими-либо приборами, но могут быть вычислены. Их величина зависит от большого количества факторов, а точность оценки, в первую очередь, от точности учета отпущенной в сеть и потребленной энергии, а также от точности расчета технических потерь.

#### **2.4. Дополнительные составляющие коммерческих потерь**

Кроме вышеперечисленных составляющих коммерческих потерь следует обратить внимание еще на четыре дополнительные составляющие коммерческих потерь, которые ранее не рассматривались и во внимание не принимались.

Первая из них попадает при предложенной выше классификации одновременно в две группы: в группу коммерческих потерь, обусловленных занижением полезного отпуска электроэнергии, и в группу долговременных или безнадежных долгов. Это — потери, обусловленные умышленным занижением сумм платежей со стороны потребителей — физических лиц. Появление таких потерь наиболее вероятно там, где прибор учета находится на территории собственника — физического лица и доступ к нему для контролирующего персонала энергосбытового предприятия затруднен по юридическим причинам, а потребитель при этом не намерен такой доступ предоставлять. Физическое лицо, самостоятельно заполняя квитанцию на оплату, может умышленно занижать показания прибора учета, даже если платеж осуществляется им вовремя. Как правило, это первый шаг к образованию долговременного или безнадежного к востребованию долга.

Вторая составляющая связана с затратами энергопоставляющего предприятия на выполнение мероприятий по истребованию долгов и выявлению фактов хищения электроэнергии (судебные, транспортные расходы и др.).

Третья составляющая может быть вызвана действиями диспетчерского персонала энергосетевой компании (оптового поставщика электроэнергии) и связана с введением режима ограничения потребляемой мощности для энергопоставляющего предприятия.

Ограничение мощности «сверху» может быть введено в двух случаях:

- при возникновении угрозы потери устойчивости энергосистемы из-за дефицита генерирующих мощностей;
- при возникновении большой задолженности у энергоснабжающего предприятия перед оптовым поставщиком электроэнергии.

И в первом и во втором случаях энергоснабжающее предприятие вынуждено в свою очередь транслировать данный режим на своих потребителей. В случае невозможности осуществления функций оперативного диспетчерского управления на уровне каждого энергопотребителя, энергоснабжающее предприятие вынуждено отключать мощность, большую, чем существующее ограничение мощности «сверху». Кроме того, лишение платежеспособных потребителей части мощности не приносит энергопредприятию прибыль во время действия режима ограничения мощности.

Четвертая составляющая коммерческих потерь может быть вызвана нарушением качества электроэнергии и законным отказом потребителя от полной оплаты некачественной электроэнергии или дополнительными затратами энергоснабжающей организации на ликвидацию последствий нарушения качества электроэнергии (ремонт электрооборудования, проведение мероприятий по локализации и ликвидации причин нарушения качества электроэнергии и др.).

Существующая законодательная база в РФ (Федеральный закон «О защите прав потребителей», Гражданский кодекс (ГК) РФ) позволяет потребителю доказывать размер ущерба, нанесенного ему из-за нарушения качества электроэнергии, и взыскивать его с энергоснабжающей организации в соответствии со ст. 547 ГК РФ. Однако, если потребитель все же использовал электроэнергию ненадлежащего качества, он должен оплатить ее, но по соразмерно уменьшенной цене (п. 2 ст. 542 ГК РФ). Размер скидки к тарифу на электроэнергию пониженного качества регламентирован «Инструкцией о порядке расчетов за электрическую и тепловую энергию» (рег. № 449 Минюста РФ от 28.12.1993 г.).

С учетом вышеизложенного, обобщенная структура коммерческих потерь электроэнергии в распределительных сетях может быть представлена в виде, показанном на рис. 2.

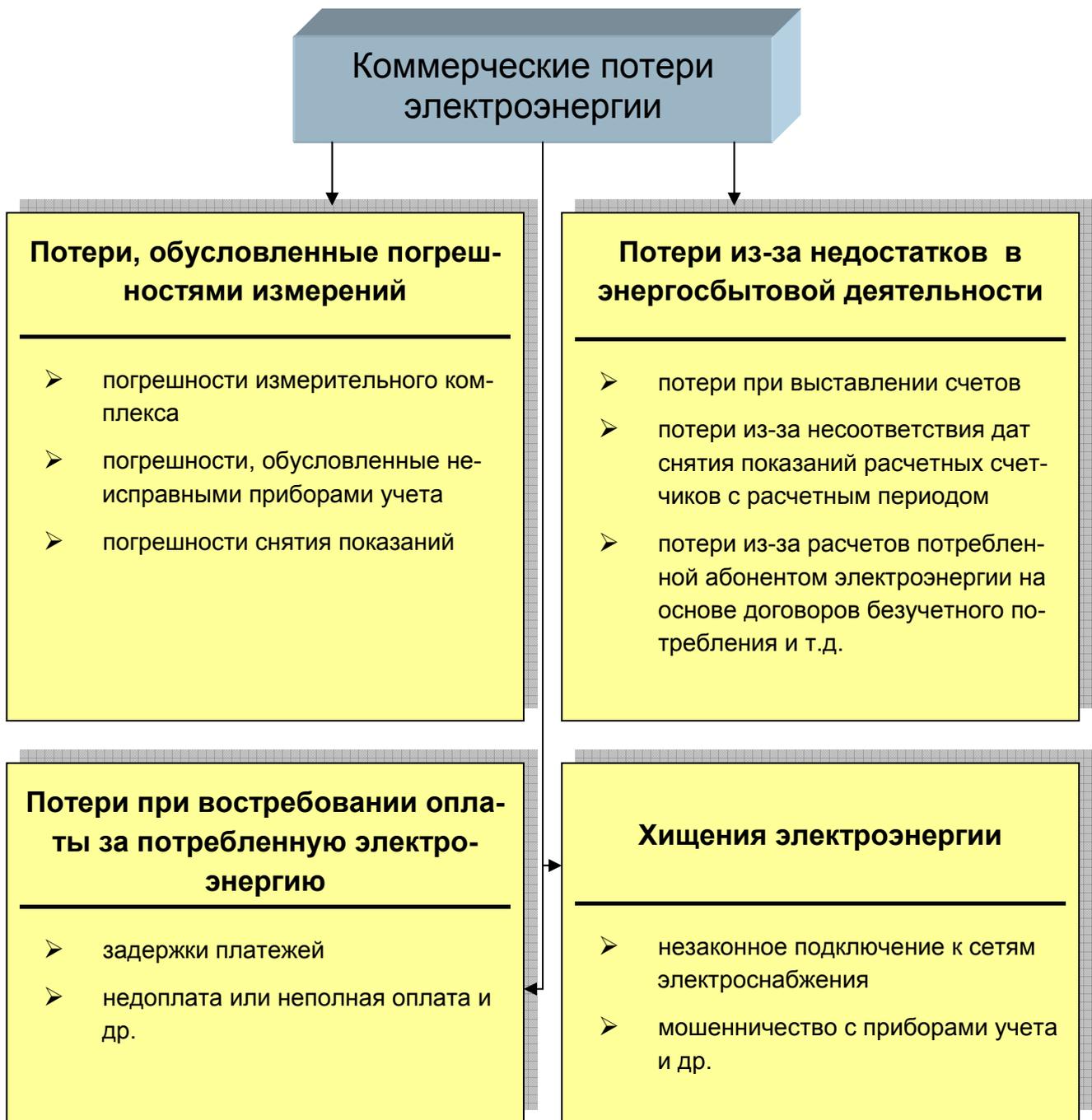


Рис. 2 Структура коммерческих потерь электроэнергии

В общем объеме потерь электроэнергии «львиную долю» составляют коммерческие потери, в которых, в свою очередь, главной составляющей является неоплаченная часть энергии, потребленной в бытовом секторе.

Анализ зависимости относительных потерь электроэнергии в энергосистемах от доли потребления бытового сектора (рис. 3) показывает, что чем больше доля бытового потребления, тем выше уровень относительных потерь. И наоборот, в энергосистемах со значительной долей промышленного потребления относительные потери электроэнергии, как правило, значительно ниже.

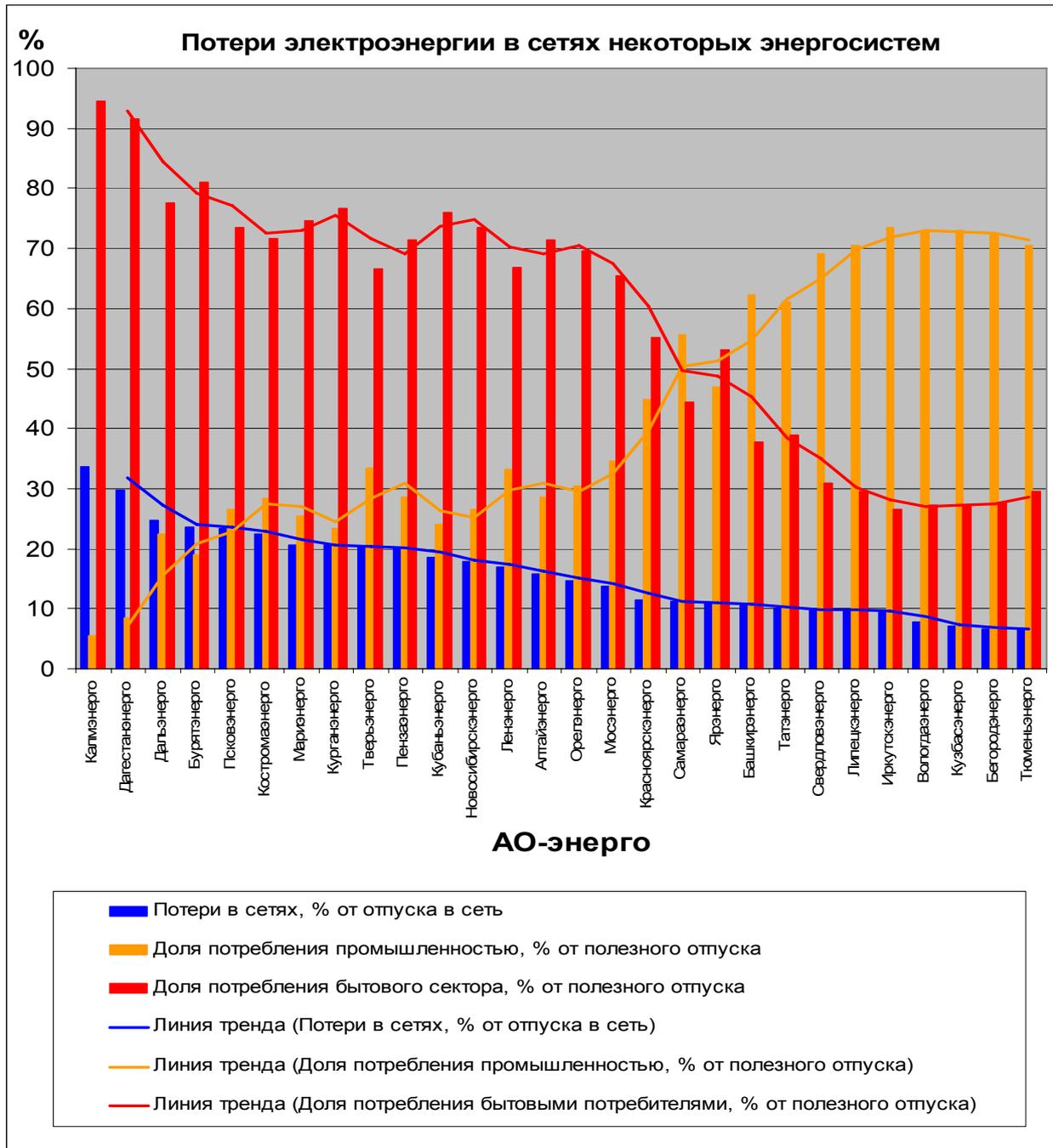


Рис. 3 Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем

Потери в бытовом секторе связаны, прежде всего, с тем, что в качестве основной и, по сути, единственной формы расчетов за электроэнергию с абонентами бытового сектора традиционно используется давно не соответствующее времени самообслуживание. Уровень оплаты электроэнергии населением колеблется по отдельным энергоснабжающим предприятиям в широких пределах: от 30 до 95%, составляя в среднем по стране порядка 65 – 70%. Неоплаченная, а значит – при системе самообслуживания – и неучтенная часть потребленной энергии и является одной из основных составляющих ее коммерческих потерь, наряду с другими важнейшими составляющими, такими как погрешности приборов учета и хищения энергии, проявляющиеся в самых разнообразных формах.

Анализ динамики абсолютных и относительных потерь электроэнергии в электрических сетях России, режимов работы сетей и их нагрузка показывает, что практически отсутствуют весомые причины роста технических потерь. К ним в основном относится рост потерь электроэнергии на корону в линиях 110 кВ и выше из-за избытков реактивной мощности в часы минимума нагрузки и рост за-

грузки низковольтных сетей из-за увеличения доли бытового потребления электроэнергии. Основная же причина роста потерь – увеличение коммерческой составляющей. Разработка мероприятий по снижению технологических и коммерческих потерь электроэнергии требует предварительного проведения достаточно достоверной оценки их величины. Знание структуры потерь позволяет на основе последующего её анализа выявить очаги потерь и наметить эффективные методы их устранения.

### *Список литературы*

1. Правила предоставления коммунальных услуг гражданам: постановление Правительства РФ от 23 мая 2006 г. № 307.
2. Правила учета электрической энергии: утв. Минтопэнерго РФ и Минстроем РФ 19, 26.09.1996 г.
3. Адамадиев, К. Р. Эконометрика. Краткий курс: Учебное пособие [Текст] / К. Р. Адамадиев., Д. К. Джаватов.— Махачкала : Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2003. — 83 с.
4. Елисеева, И. И. Практикум по эконометрике: Учебное пособие [Текст] / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Н. М. Гордеенко [и др.]. — М. : Финансы и статистика, 2003. — 192 с.
5. Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. Руководство для практических расчетов [Текст] / Ю. С. Железко, А. В. Артемьев, О. В. Савченко. — М. : НЦ ЭНАС, 2005. — 280 с.
6. Апраткин, В. Н. Человеческий фактор и его влияние на уровень потерь электроэнергии : Доклад на конференции 12 –15 апреля «Потери электроэнергии в городских электрических сетях и технологии их снижения». — М: Мособлэлектро, 2004.