***А.Р. Денисова,*** ***denisova\_ar@mail.ru******, КГЭУ, Казань***

***А.Р.Фархутдинов,*** ***afarhutdinov@mail.ru******, КГЭУ, Казань***

**ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ АСКУЭ НА ПОДСТАНЦИЯХ ПАО «ТАТНЕФТЬ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА I-TOR**

В результате реформирования электроэнергетики России произошла приватизация ЭС, которая качественно изменила отношение к электроэнергии. Теперь электроэнергия - это товар, который продается и покупается, а значит, приносит прибыль. Стоимость его непрерывно растет в связи с повышением цен на топливо. Отношения между заинтересованными в процессе реализации электроэнергии сторонами (производителями, поставщиками и потребителями) кардинально изменились, в них появились определенные договорные, технические, экономические и финансовые нюансы. Совокупность указанных моментов обуславливает повышение требований не только к учету электроэнергии, но и к достоверности, точности передачи данных о ее потреблении на диспетчерский пункт. Каждая сторона имеет свой интерес в наличии сведений о величине учтенной электроэнергии. Производители могут принимать меры по снижению себестоимости, снижению технических (технологических) потерь и экономии топлива. Электросбытовые организации получают сведения о величине обоих видов потерь (технических и коммерческих). Снижение коммерческих потерь является важнейшим показателем работы энергосбытовой организации. Учитывая достаточно четкую тенденцию роста объемов хищений, предприятия ЭС, а также другие заинтересованные организации ясно представляют серьезность данной проблемы. Недоучет и хищения электрической энергии являются существенными составляющими коммерческих потерь.

При выборе технического решения для АСКУЭ стоит сосредоточиться в первую очередь на ее стоимости. Поскольку цена на зарубежные аналоги значительно высока, выбор ПАО «Татнефть» пал на отечественного производителя измерительных электронных трансформаторов i-TOR, который намного дешевле на отечественном рынке.

Устройства I-TOR-110S предназначены для измерения и масштабного преобразования тока и напряжения в сетях переменного тока промышленной частоты с номинальным напряжением 110 кВ, до электрических величин, пригодных для измерения стандартными электроизмерительными приборами, а также для создания развязки между высоковольтной сетью и приборами измерения.

Устройства I-TOR рассчитаны на номинальные токи сети от 100 до 1000 А включительно. На базе устройств I-TOR могут быть выполнены пункты коммерческого учета электроэнергии, предназначенные для коммерческого (расчетного) учета энергии, передаваемой по воздушным распределительным сетям напряжением 110 кВ.

В данной работе произведен расчет снижения оплачиваемых потерь электроэнергии в электрических сетях за счет установки i-TOR-110.

Согласно правилам функционирования розничного рынка электроэнергии в случае, если счетчики коммерческого учета электроэнергии установлены не на границе балансовой принадлежности, дополнительно, помимо фактических показаний счетчиков оплачиваются потери в трансформаторах и воздушных линиях электропередач, установленных после счетчиков коммерческого учета электроэнергии.

Указанные потери рассчитываются по согласованной методике согласно следующим формулам:

Потери в трансформаторе рассчитывается по формуле:

 $∆WP=∆WP\_{XX}+∆WP\_{H}$

 $∆WP\_{XX}=∆P\_{XX}\*T\_{n} $

 $∆WP\_{H}= \frac{∆P\_{кз}}{S\_{H}^{2}\*T\_{p}}\left(WA^{2}+WP^{2}\right),кВтч$;

Потери в линии рассчитывается по формуле:

 $∆W\_{p}=k\_{1}\frac{WA^{2}+WP^{2}}{U^{2}\*T\_{P}}R\_{эк}\*10^{-3}$

 $R\_{эк}=R\_{0}\*L$

i-TOR-110 установлен на ЛЭП 110 кВ. Коммерческий учет электроэнергии был перенесен на границу балансовой принадлежности – в точку установки i-TOR-110, заменив 12 счетчиков коммерческого учета находящихся на подстанциях. Соответственно будут снижены расходы на обслуживание, эксплуатацию, замену и поверку счетчиков.

Рассмотрим, какой расход электроэнергии с учетом потерь был бы рассчитан при прежней системе коммерческого учета электроэнергии (12 счетчиков, находящихся на подстанциях), который рассчитаем по формуле:

 $W\_{общ}=W\_{1}+∆WP\_{1}+W\_{2}+∆WP\_{2}+W\_{3}+∆WP\_{3}+W\_{4}+∆WP\_{4} +W\_{5}+∆WP\_{5}+ W\_{6}+∆WP\_{6}+W\_{7}+∆WP\_{7}+W\_{8}+∆WP\_{8}+W\_{9}+∆WP\_{9} +W\_{10}+∆WP\_{10}+W\_{11}+∆WP\_{11} +W\_{12}+∆WP\_{12}$

Таблица 1.

**Расчет потерь**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № счет. | Расход счетчиков, кВтч | Потери в трансформаторе, кВтч | Потери в линиях, кВтч | Общий расход, кВтч |
| W1 | 579 195 | 5427 | 552 | 585 174 |
| W2 | 518 477 | 4507 | 387 | 523 371 |
| W3 | 513 198 | 4294 | 348 | 517 840 |
| W4 | 629 762 | 4764 | 666 | 635 192 |
| W5 | 659 402 | 5971 | 847 | 666 220 |
| W6 | 529 311 | 5078 | 431 | 534 820 |
| W7 | 573 134 | 5174 | 506 | 578 814 |
| W8 | 611 573 | 4525 | 625 | 616 723 |
| W9 | 557 633 | 4435 | 431 | 562 499 |
| W10 | 673 287 | 4653 | 651 | 678 591 |
| W11 | 703 458 | 4821 | 870 | 709 149 |
| W12 | 684 127 | 4731 | 791 | 689 649 |
| Итого | 7 232 557 | 58 380 | 7 105 | 7 298 042 |

Таким образом, результаты расчетов представлены в таблице 1, общий объем потерь в трансформаторах составил 58 380 кВтч в месяц, объем потерь в линиях составил 7 105 кВтч в месяц. Общий объем электроэнергии по 12 счетчикам, с учетом потерь в трансформаторах и линиях составил 7 298 042 кВтч.

Расход электроэнергии за расчетный период (месяц) согласно счетчику коммерческого учета электроэнергии i-TOR-110, расположенного на границе балансовой принадлежности, составил $7 285 605$ кВтч.

Разница объема потребления электроэнергии 12-ти счетчиков на подстанциях и счетчика i-TOR составил 12 437 кВтч:

$$∆W=W\_{общ}-W\_{i-tor}=7 298 042 кВтч-7 285 605 кВтч=12 437 кВтч$$

Экономический эффект рассчитаем по формуле:

$$Э\_{м}=∆W\*Т=12 437\*3,24=40 295,88 руб.$$

Общий экономический эффект с учетом потерь и обслуживания 12 счетчиков в год составит 700 150,56 руб.

Таблица 2.

**Расчет стоимости организации автономного подвесного пункта коммерческого учёта для двухцепной ЛЭП**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Статья расходов | Стоимость без НДС |
| 1 | Инженерные изыскания и разработка проектно-сметной документации | 450 000,00 |
| 2 | Стоимость оборудования и материалов | 2 300 00,00 |
| 3 | Стоимость строительно-монтажных работ | 380 000,00 |
| 4 | Стоимость пуско-наладочных работ | 320 000,00 |
|  | Итого | **3 450 000,00** |
|  | + НДС 20% | **690 000,00** |
|  | ВСЕГО | **4 140 000,00** |

Так как стоимость установки i-TOR составляет 4 140 000 рублей окупаемость рассчитывается по формуле:

$$ T\_{ок}= \frac{K}{П}$$

$$ T\_{ок}=\frac{4 140 000}{700 150,56}=6 лет$$

 Установка i-TOR является современным, высокотехнологичным, решением организации коммерческого учета электроэнергии на уровне напряжения 110кВ для крупнейших потребителей электроэнергии, позволяющий снизить затраты за счет снижения эксплуатационных затрат на обслуживание средств учета электроэнергии, а также снижения затрат за счет корректного учета фактических потерь в электроустановках. Так как, срок окупаемости i-TOR составил 6 лет, целесообразным будет внедрение проекта, что в последующем будет приносить прибыль для компании.

Литература

1. **Денисова А.Р., Фархутдинов А.Р**. Внедрение систем интеллектуального учета электроэнергии и повышение наблюдаемости в высоковольтных сетях ПАО «Татнефть» // В сборнике: Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов (ЭЭПП-2019) сборник трудов. Ответственный за выпуск В.В. Вахнина. 2019. С. 53-58.
2. **Денисова А.Р., Фархутдинов А.Р.** Применение устройства i-tor на подстанциях Татнефти // ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-2020 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ» **XV** МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ.
3. **Денисова А.Р., Гайфуллин А.Р.** Модернизация системы электроснабжения на предприятии нефтеперерабатывающей отрасли с использованием альтернативных источников энергии./ Сборник XLVIII Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы «Фёдоровские чтения – 2018» Москва, 2018. С. 396.
4. **Роженцова Н.В., Шигапов А.И.** Автоматизация энергоучета как основа энергосбережния // В сборнике: Инновации в науке и практике Сборник статей по материалам IX международной научно-практической конференции. В 3-х частях. 2018. С. 172-176.
5. **i-TOR** [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: http://www.i-tor.ru/ [Дата обращения 27.05.2020]