

УДК 621.316

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ребровская Д.А. (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет»)

Научный руководитель – д.т.т., профессор Кузнецов А.В.

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет»)

Аннотация. Инвесторы сомневаются в возврате затраченных средств на реализацию проекта установки компенсирующих устройств (КУ), потому что в течение длительного времени отсутствовала точная модель определения годового сбережения при реализации проекта установки КУ в сети потребителя. В настоящее время модель предложена и усовершенствована. Создание математической модели и ее совершенствование позволяет обеспечить инвестору уверенность в возврате затраченных средств на реализацию проекта и принять положительное решение о финансировании проекта.

Введение. Компенсация реактивной мощности (КРМ) является одним из эффективных средств снижения потерь мощности и электроэнергии при ее передаче по сетям электроэнергетической системы. При этом снижение потерь мощности и электроэнергии при ее передаче обеспечивает как повышение надежности и экономичности электроэнергетической системы, так и снижение расхода органического топлива для выработки электроэнергии. Отсюда снижение вредных выбросов в атмосферу, улучшение состояния окружающей среды и т.п.

Установка КУ в сети потребителя снижает потери, как в сети потребителя, так и в сетях сетевых компаний от места установки КУ до генераторов станций. Если КУ устанавливаются в сети потребителя, то и заказчиком инвестиционного проекта выступает потребитель. Он оплачивает все расходы, связанные с реализацией проекта. При этом доход от снижения потерь получает не только потребитель, но и сетевая организация. Установка КУ связана с реализацией инвестиционного проекта, который оценивается рядом технико-экономических показателей. Инвестор принимает решение о финансировании проекта на основании анализа этих показателей. Если показатели не устраивают инвестора, решение о финансировании не принимается. В расчет показателей эффективности проекта входит величина годового сбережения, которая определяет их значения. Отсутствие в течение длительного времени точной модели для определения годового сбережения приводит к тому, что инвесторы сомневаются в возврате затраченных средств на реализацию проекта установки КУ в сети потребителя. КУ не устанавливаются, потери в сетях не снижаются.

Основная часть. Годовое сбережение, которое представляет собой стоимость снижения потерь в результате установки КУ, является доходной частью инвестиционного проекта установки КУ. Годовое сбережение при этом представляется суммой стоимости снижения потерь в сети потребителя и стоимости снижения потерь в сетевой организации. Стоимость снижения потерь в сетевой организации представляет собой стоимость услуги по снижению потерь в сетевой организации. Расчет годового сбережения в собственной сети для потребителя не представляет трудностей. Для этого потребитель располагает информацией о конфигурации сети, нагрузках, режимах работы и т.д. Для расчета годового сбережения в сетевой организации используются модели, позволяющие произвести расчет при ограниченном объеме информации, доступном для потребителя. Долгое время такие модели отсутствовали. Впервые такая модель предложена профессором УлГТУ Кузнецовым А.В.

Математическая модель представляет собой схему замещения сетевой организации в виде трех сопротивлений, соединенных по схеме «звезда». Одно из сопротивлений является сопротивлением ветви 1, питающей исследуемого потребителя электроэнергией мощностью

P_1 , второе сопротивление – это эквивалентное сопротивление ветви 2, питающей эквивалентного потребителя, мощностью P_2 равной сумме мощностей всех потребителей сетевой организации за исключением мощности первого. Третье сопротивление представляет собой эквивалентное сопротивление питающей ветви 3 и соединено с источником питания.

Однако, со временем смежные потребители могут изменять потребление реактивной мощности путем установки новых КУ, их отключения в результате выхода из строя или демонтажа. При каждом изменении необходим новый расчет, результаты которого будут отличаться от предыдущего. Модель не учитывает динамику изменения состояния КРМ в сетевой организации. Поэтому предложено преобразовать параметры схемы замещения с учетом возможной динамики изменения параметров КРМ смежных потребителей.

Преобразование осуществляется к виду, при котором все возможные изменения потоков реактивной мощности от КРМ в сетях смежных потребителей уже произойдут. Такое возможно для момента времени, когда все потребители выполняют условия КРМ, предписанные нормативно-правовыми документами. Этими условиями являются нормированные значения степени КРМ каждым потребителем. В настоящее время это предельное значение тангенса $tg\varphi_{пред}$.

Создание и совершенствование модели связано с необходимостью активизации потребителей в части КРМ. Для этого, прежде всего, необходимо проинформировать о ее существовании широкий круг научной общественности, потребителей электроэнергии и инвесторов. Целью этого мероприятия является снижение потерь электроэнергии в электроэнергетической системе. Достижению цели способствует совершенствование модели в направлении ее упрощения и создание упрощенных инженерных методик.

Упрощение модели возможно путем преобразования математической модели в полиномиальную путем применения математической теории планирования эксперимента. Для этого на математической модели проводится серия вычислительных экспериментов при определенном сочетании верхних и нижних пределов варьирования факторов. По результатам вычислительных экспериментов вычисляются коэффициенты полиномиальной модели, и производится ее проверка на адекватность программной модели.

Анализ математической модели позволил сократить число входящих в ее состав переменных с семи до пяти, изменить набор переменных и ввести ограничения на интервалы варьирования факторов, определить константы.

Выводы

1. Отсутствие в течение длительного времени точной модели для определения годового сбережения при реализации проекта установки КУ в сети потребителя приводит к тому, что инвесторы сомневаются в возврате затраченных средств на реализацию проекта. КУ не устанавливаются, потери в сетях не снижаются.
2. В настоящее время модель предложена и усовершенствована. В зависимости от возможностей потребитель может использовать либо математическую, либо программную либо полиномиальную модель получения важной информации для технико-экономического обоснования решения об установке КУ необходимой мощности.
3. Создание математической модели и ее совершенствование позволяет обеспечить инвестору уверенность в возврате затраченных средств на реализацию проекта и принять решение о финансировании проекта.