

## ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРЕТОКОВ ПО МЕЖСИСТЕМНЫМ СВЯЗЯМ

Р. И. БОРИСОВ, А. Г. МИЛЮШКИН

(Представлена научным семинаром кафедры электрических систем и сетей)

Оптимизация проектных решений и рабочих режимов электропередач предъявляет повышенные требования к методам расчета, требуя от них получения достоверных оценок параметров режимов, более точного учета закономерностей изменения нагрузок и связей между ними. Поскольку величины перетоков по межсистемным связям носят конъюнктурный характер и по природе своей случайны, то расчеты следует проводить используя вероятностно-статистические методы и на основании полученных результатов выбирать средства и параметры дополнительных устройств, повышающих экономичность работы электропередач. Вероятностно-статистические методы в энергетике относительно новы, и в решении множества задач наметился аксиоматический подход к распределению величин как к заведомо нормальному, что не всегда соответствует истине и требует дополнительных исследований с целью установления надежных оценок тех или иных параметров, не являющихся по природе своей детерминированными. Однако уверенность в правильности выбранных решений возможна лишь в том случае, когда вероятностно-статистическими методами исследуется реальный, объективно существующий процесс со всеми его особенностями и учитываются действительные закономерности изменения величин перетоков и стохастические связи между ними. Статистическим материалом в данной работе послужили почасовые записи величин нагрузок межсистемных линий электропередач объединения центральной Сибири за период 1968—1972 гг. Возможность получения закономерностей и параметров, характеризующих нормальный режим, по полной совокупности статистического материала исходит из предположения, что для ЛЭП, как и для сетей [1], возможно условное деление информации на два массива. Один характеризует кратковременные переходные режимы и используется для оперативного управления, другой определяет наиболее продолжительный нормальный режим (97—98,5%) и предназначается для технико-экономических обоснований мероприятий, приводящих в оптимальное соответствие показатели режима и параметры электропередач.

Были исследованы перетоки по линии (I), соединяющей системы с различной структурой, и по линии (II), соединяющей энергосистемы с примерно одинаковой структурой. Исследования проводились согласно методике, изложенной в [2] с разделением потоков по схеме рис. 1 соответственно знаку перед величинами  $P$  и  $Q$ , который означает согласо-

ванность (+) или несогласованность (-) с принятым направлением.\*

Полученные эмпирические распределения рис. 2, 3 в полной мере определяют режимы нагрузки связей. Согласно определению [3] режим ЛЭП-I носит маневренный характер, режим ЛЭП-II определяется как

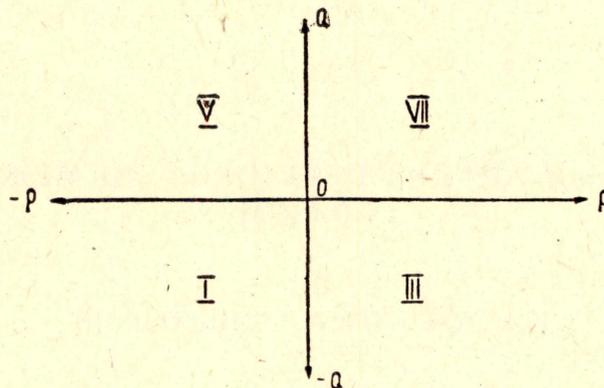


Рис. 1.

реверсивный, распределения нагрузок могут быть описаны кривыми Пирсона [4], т. е. может быть установлена теоретическая функция распределения с характеризующими ее параметрами. Динамика параметров

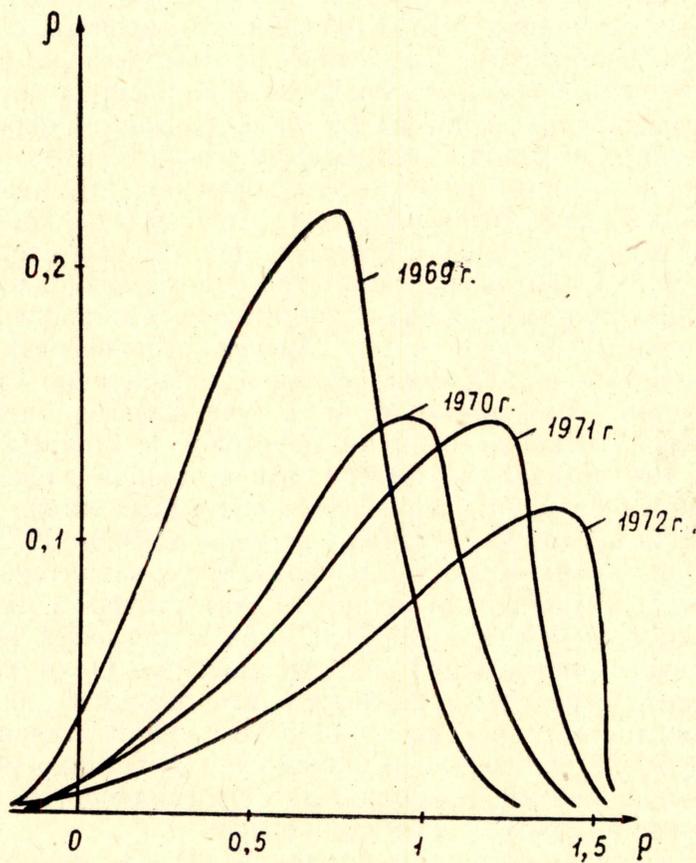


Рис. 2.

\* Примечание. Принятое направление с Востока на Запад.

распределений нагрузок для ЛЭП-1 указывает на повышение использования пропускной способности линии, в то же время для ЛЭП-II такой закономерности не обнаруживается. В колебаниях параметров, характеризующих распределения нагрузок обеих ЛЭП за отдельные месяцы, не

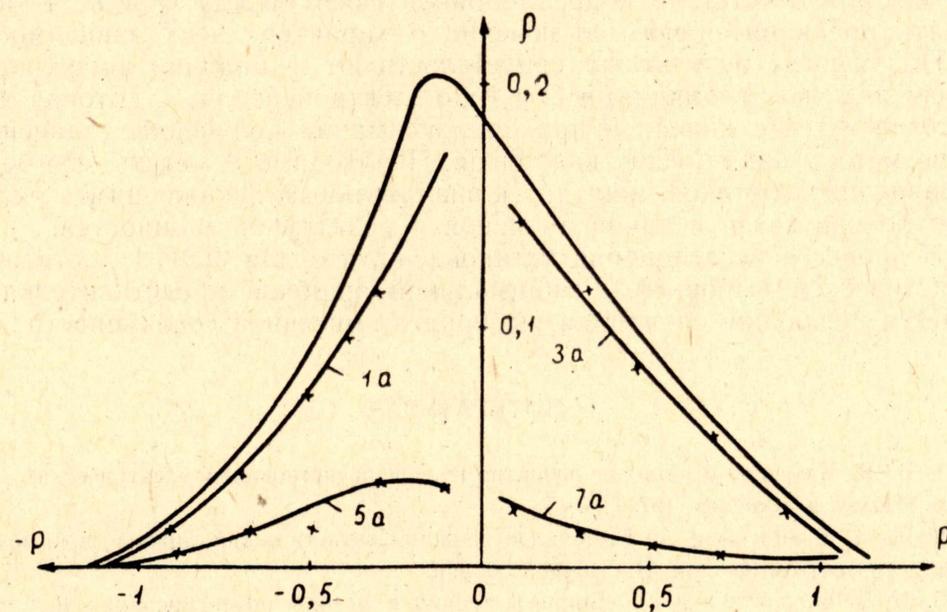


Рис. 3.

прослеживается какой-либо системы, иллюстрацией чего может служить изменение математических ожиданий  $T_p$  активной нагрузки ЛЭП-I за 1970—1971 гг. (рис. 4).

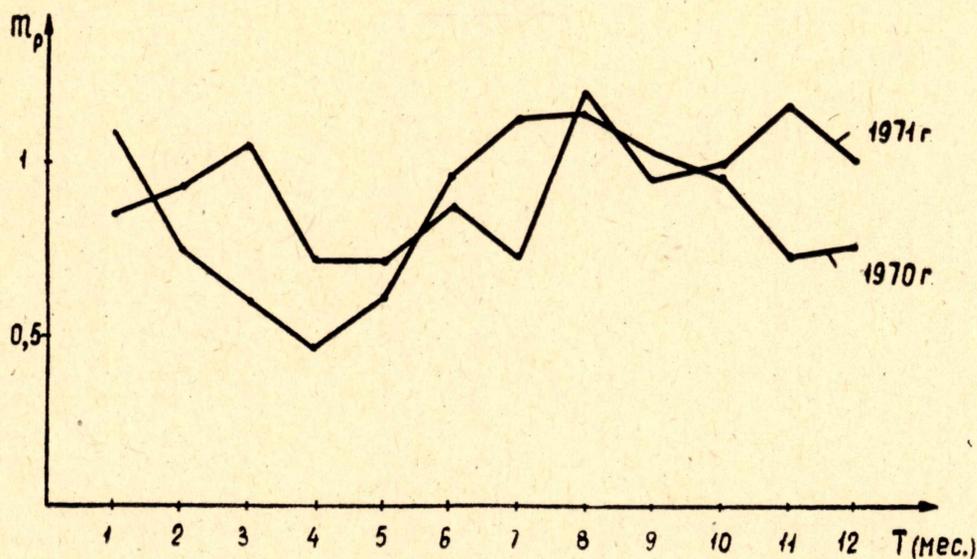


Рис. 4.

Особый интерес при исследовании нормальных режимов нагрузки межсистемных связей представляет определение наличия зависимости между величинами  $Q$  и  $P$ , а если таковая имеется, то определение характера ее, т. е. установления регрессии  $Q$  по  $P$ . При каждом значении  $P = P_i$  реактивная мощность остается случайной величиной, допускаю-

щей рассеивание своих значений, зависимость же  $Q$  от  $P$  сказывается в изменении средних значений  $Q_i$  от  $P_i$  при переходе величины  $P$  от одного значения к другому. Таким образом, по форме и расположению графических отображений имеющихся зависимостей можно судить о наличии или отсутствии корреляционной связи между  $Q$  и  $P$ , а также сделать предварительное заключение о характере этих зависимостей.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии корреляционной связи между величинами  $Q$  и  $P$  по электропередачам, которая хорошо согласуется с линейной при аппроксимации полученных зависимостей по методу наименьших квадратов. Необходимо отметить, что учет направлений перетоков приводит к значительным искажениям в результатах оценки связи величин активной и реактивной мощностей.

В процессе исследования установлено, что для ЛЭП-I достаточной статистической выборкой с минимальной ошибкой представительности является недельная случайная выборка из месячной совокупности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Керного. Анализ развития и совершенствования электрических сетей. Минск, «Наука и техника», 1971.
2. Р. И. Борисов, А. Г. Милюшкин. Статистический анализ режимов нагрузки энергосистем Сибири. Настоящий сборник.
3. В. В. Болотов и др. Вопросы теории и методы проектирования энергетических систем. Л., «Наука», 1970.
4. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971.
5. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., «Наука», 1969.