

## ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ НАГРУЗКИ ЭЛЕМЕНТОВ СВЯЗИ ДЛЭП С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ СИСТЕМАМИ

Р. И. БОРИСОВ, А. Г. МИЛЮШКИН

(Представлена научным семинаром кафедры электрических систем и сетей)

Вопросы построения энергообъединений на базе системообразующих ЛЭП сверхвысоких напряжений с подключением к ним промежуточных систем различных по структуре и по характеру требуют проведения комплексных исследований. В частности, исследований режимов нагрузки элементов связующих ДЛЭП с промежуточными системами, соизмеримыми по мощности с величиной пропускной способности ЛЭП. Проведение подобных исследований необходимо в связи с повышением требований к оптимизации проектных решений и рабочих режимов энергетических объектов, так как неточность результатов расчетов и вызванная этим необходимость принятия неоптимальных решений приводит к крупным материальным ущербам даже при относительно небольшой погрешности в расчетах. Следуя путем только совершенствования методик расчета, трудно достичь желаемых результатов, поскольку несоответствие применяемых детерминистических методов решения задач стохастическому характеру процессов в энергетике приводит к тому, что, несмотря на математическую строгость алгоритмов решения, расчетные оценки параметров отличаются от действительных. Вероятно, главная причина в навязывании фактическому вероятностному характеру процесса несвойственных ему качеств детерминистического процесса [1].

Цель данной работы — определение интегральных характеристик, которые описывают режимы нагрузки элементов электропередачи, связывающих дальнюю линию электропередачи с промежуточной энергосистемой таких, как законы распределения величин нагрузок и параметров, описывающих указанные распределения. Важной задачей является установление зависимости между сопутствующими процессами, ее формы и тесноты к функциональной, а также определение минимальной достоверной статистической выборки. Анализ динамики параметров, характеризующих исследуемые процессы, — один из основных моментов в задачах подобного рода.

Поскольку рассматриваемая задача по самой природе имеет стохастический характер в силу случайности ряда факторов, действующих в системах, то и решаться она должна с применением методов математической статистики и теории вероятностей. Материалом послужила почасовая статистика активной и реактивной нагрузок по одному из промежуточных присоединений к сильной связи энергообъединения Сибири за 1969—1971 годы.

Обработка статистического материала проведена согласно методике [2]. Полученные распределения, рис. 1 и рис. 2, в полной мере отражают характер перетока по элементам связи и режим нагрузки за год. Гистограммы распределения активной нагрузки указывают на маневренный характер перетока по элементам связи. Для всех исследуемых статистик распределения бимодальны и могут быть аппроксимированы кривой  $f(p)$ , представляющей сумму двух плотностей распределения:

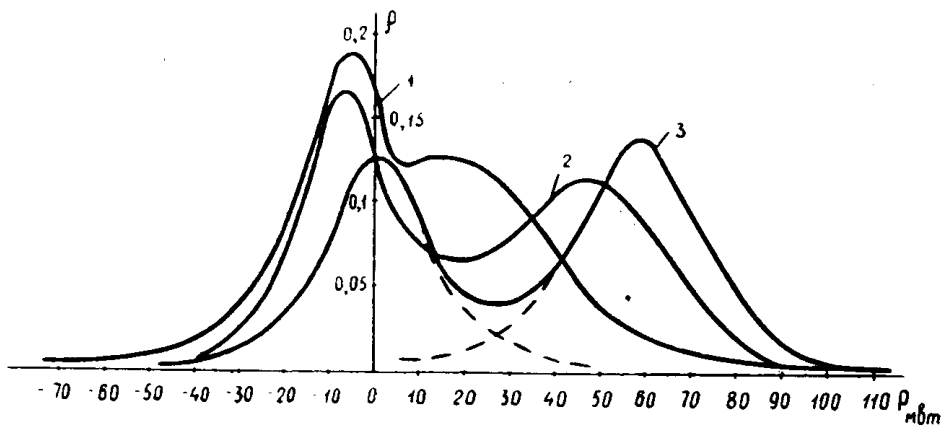


Рис. 1.

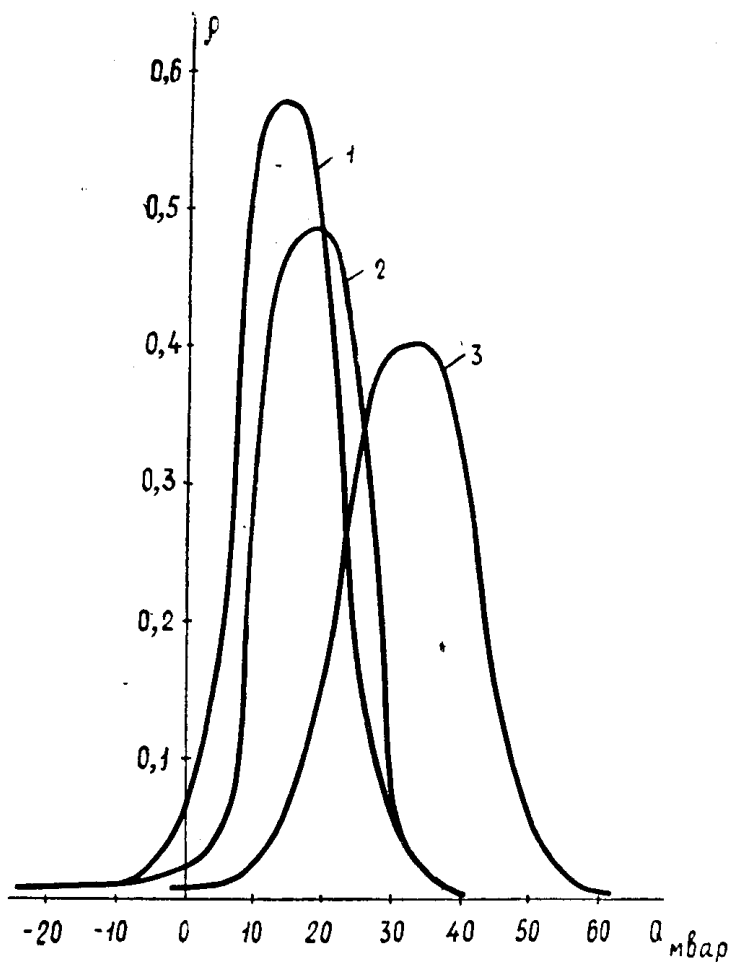


Рис. 2.

$$f(p) = f_1(p) + f_2(p), \quad (1)$$

где  $f_1(p)$  и  $f_2(p)$  — осредненные на исследуемом интервале времени одномерные плотности распределения, описывающие в данном случае режимы пониженной и повышенной нагрузок соответственно. Анализ показал, что плотности распределения  $f_1(p)$  и  $f_2(p)$  достаточно точно выравниваются кривыми нормальной плотности распределения. Соответствие принятой гипотезы подтверждается количественной оценкой критерия согласия Колмогорова ( $\lambda = 0,4 \div 0,8$ ).

Распределения, приведенные на рис. 1, 2, и оценки параметров, описывающих указанные распределения, говорят о тенденции нарастания перетока в сторону промежуточной энергосистемы, а также о разуплотнении графика нагрузки\*.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о слабой зависимости величин перетоков реактивной мощности от активной. Правомерность такого заключения исходит не только из близости величины коэффициента корреляции к нулю ( $R_{pq} = 0,03$ ), но также из располо-

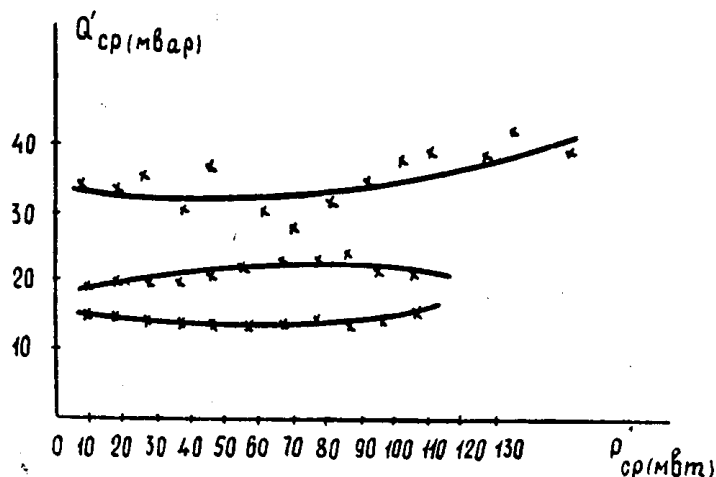


Рис. 3.

жения линий регрессии  $Q=f(p)$  на графике рис. 3. Прямые, полученные при аппроксимации эмпирических зависимостей к линейным, почти параллельны оси абсцисс, т.е. усредненные величины реактивных мощностей, соответствующие фиксированным значениям активной мощности, примерно равны и лежат на одной горизонтальной прямой.

В процессе исследования статистического материала по нагрузкам установлено, что минимальной по объему статистикой с ошибкой представительности, не выходящей за пределы 5%, является недельная случайная выборка почасовых записей величин нагрузок из месячной совокупности, т.е. при небольшой разнице в оценке математических ожиданий закон распределения выборочной статистики повторяет закон распределения генеральной совокупности (годовой статистики).

### Выводы

1. Полученные результаты указывают на маневренный характер связи с тенденцией нарастания перетока в сторону промежуточной энер-

\* Примечание. Нумерация кривых на всех рисунках соответственно годам в порядке возрастания.

госистемы, с одновременным разуплотнением графика нагрузки связи.

2. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют об отсутствии зависимости между величинами активной и реактивной нагрузок для данной связи.

3. Учитывая монотонность динамики параметров, характеризующих графики нагрузок, представляется возможным проведение аналогичных исследований для последующих периодов по малым статистическим выборкам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Курдин, Ю. В. Курдин. О построении статистических характеристик в эксплуатационных условиях. Ташкент. Изд-во «Фан», Узб. ССР, 1971, № 4.

2. Р. И. Борисов, А. Г. Милюшкин. Вероятностный анализ перетоков по межсистемным связям. Настоящий сборник.

3. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971.

---