

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:

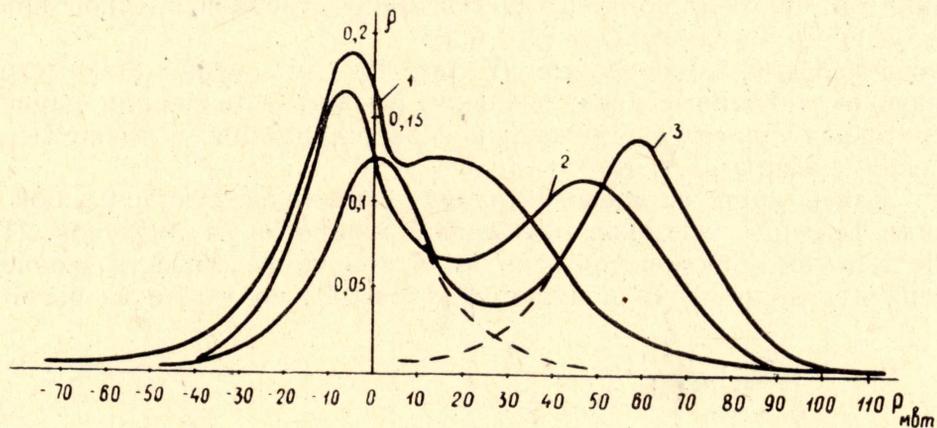


Рис. 1.

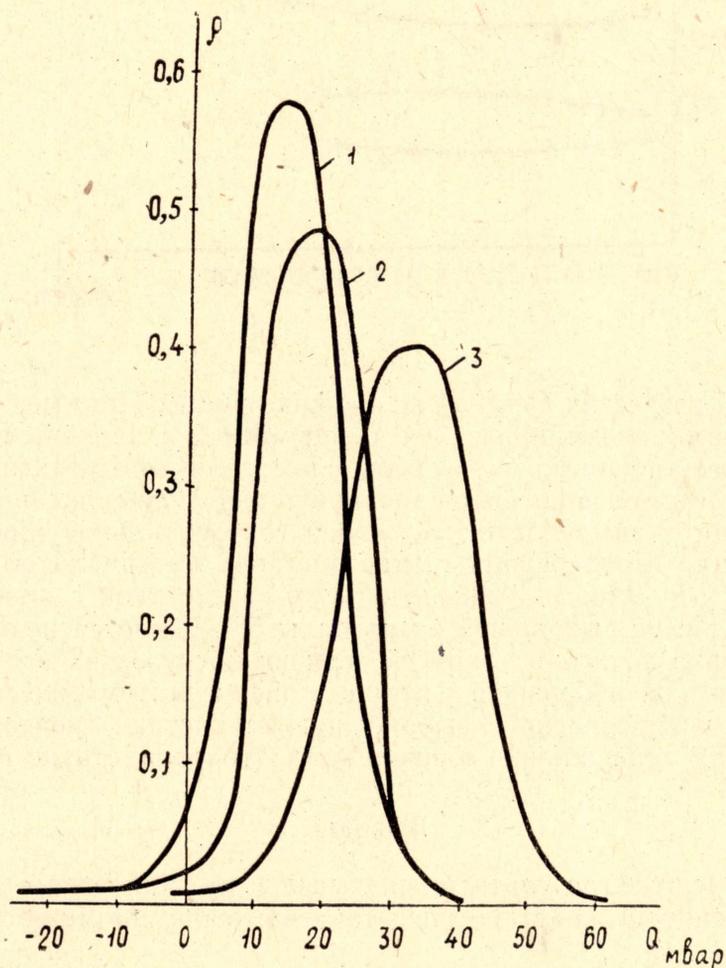


Рис. 2.

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

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-

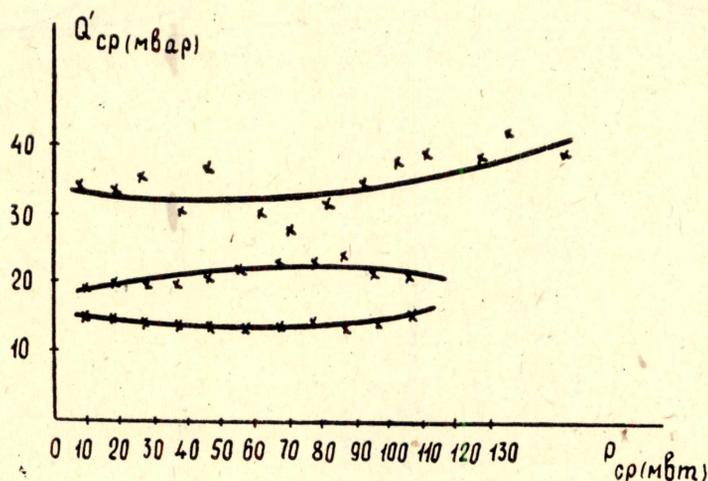


Рис. 3.

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.
