

Е. А. НЕРСЕСЯН

К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-БЫТОВОЙ
НАГРУЗКИ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В статье приводятся результаты вероятностного моделирования на ЦВМ „УРАЛ-3“ графиков нагрузок отдельных электробытовых приборов для определения существующих нагрузок и прогнозирования пикового спроса мощности трансформаторов, питающих жилищный сектор города. Основой для построения математической модели послужили количество, включенная мощность, характер использования приборов (типовые графики нагрузок), современный и перспективный уровень насыщенности этих приборов и случайные числа, которые и явились входными данными ЦВМ. Для выявления исходных параметров были использованы материалы исследования электрических нагрузок городских сетей, полученные в АрмНИИЭ и в других организациях [1-4] с учетом программы производства прибора на будущее время. Результаты анализа обработанных данных исследований для современного и перспективного периода приведены в следующей таблице:

Наименование электробытовых приборов	Современный (исходный) период			Перспективный (расчетный) период			
	средняя мощность (вт)	Охват приборов в % для квартир		средняя мощность (вт)	Обхват приборов в % для квартир		
		с газовыми плитами	без газовых плит		с газовыми плитами	с газовыми плитами	с газовыми плитами
Освещение	310	100	100	350	100	100	100
Радиоприемники, радиолы, магнитофоны	73	75	73	60	95	95	95
Телевизоры	160	68	67	100	90	90	90
Утюги	150	59	95	400	100	100	70
Холодильники	144	55	45	100	95	95	95
Стиральные машины	386	21	40	300	50	50	—
Пылесосы, полотеры	100	30	15	350	80	80	80
Плитки	572	—	96	500	100	—	—
Кастриули, чайники, кофейники, самовары	—	—	—	600	30	—	—
Духовки	—	—	—	950	20	—	—
Раднаторы, ванные, рефлекторы	—	—	—	700	20	20	10
Водонагреватели	—	—	—	1000	—	20	—
Кухонная стационарная электроплита	—	—	—	2000	—	70	—
То же, большой мощности	—	—	—	5000	—	30	—
Новые приборы	—	—	—	1500	10	20	5

Для современного периода принято 8 видов нагрузок, изучен характер их работы и для каждого прибора построено 10 типовых графиков возможного их использования за пиковые сутки. Для перспективного периода принято 15 видов нагрузок и построены 30 типовых графиков использования отдельных приборов за пиковые часы.

Типовые графики использования отдельных приборов вводились в запоминающее устройство ЦВМ. Затем, как исходные данные машины задавалось число подключенных к трансформатору абонентов и

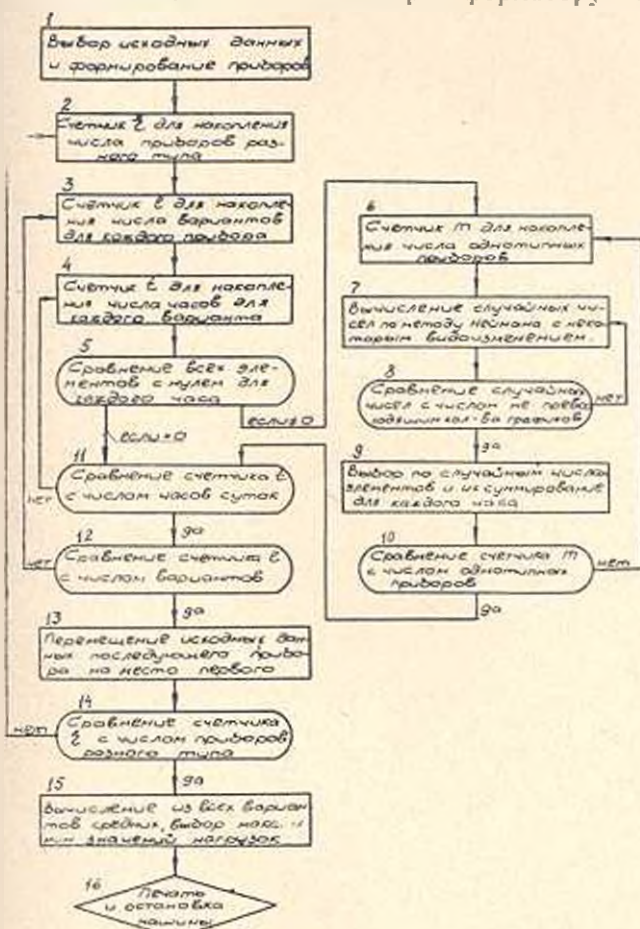


Рис. 1. Логическая блок-схема программы моделирования на „УРА-1-3“ вероятных режимов нагрузок трансформаторов.

уровень насыщенности семей приборами. Случайная выборка из этих графиков производилась при помощи псевдослучайных чисел, вырабатываемых машиной по специальной подпрограмме, основанной на использовании некоторого рекуррентного соотношения. Она была составлена по методу Неймана [5, 6] с некоторым видоизменением, учитывающим возможности „УРА-1-3“.

Последовательность операций при реализации алгоритма на ЦВМ представлена на рис. 1.

Суть метода Монте-Карло заключается в многократной реализации на ЦВМ случайных режимов нагрузок. Ввиду ограниченности статистических данных, моделирование дает приближенное значение искомых параметров.

Были моделированы 57 суточных графиков жилых домов города Еревана, для которых имелись данные измерений фактических нагрузок. Анализ результатов показал, что после 20 реализаций особенные изменения в режиме нагрузки не наблюдаются, при этом математическое ожидание максимальной нагрузки и форма кривых достаточно хорошо совпадают с фактическими графиками, полученные путем измерения. Диапазон отклонений среднего значения максимальных нагрузок от фактически измеренных для одного и того же объекта составляет (0—20)% при среднем отклонении 4,8%. Большие отклонения наблюдались при малом числе абонентов (менее 30 квартир). По величине средней нагрузки за пиковые часы суточных графиков определялись максимальные мощности. Были решены 24 примера моделирования пикового спроса мощности трансформаторов на перспективный период, питающих число квартир от 30—600 с газонными, газовыми и электрическими плитами. По результатам моделирования строились кривые зависимости максимальной нагрузки от числа квартир (рис. 2).

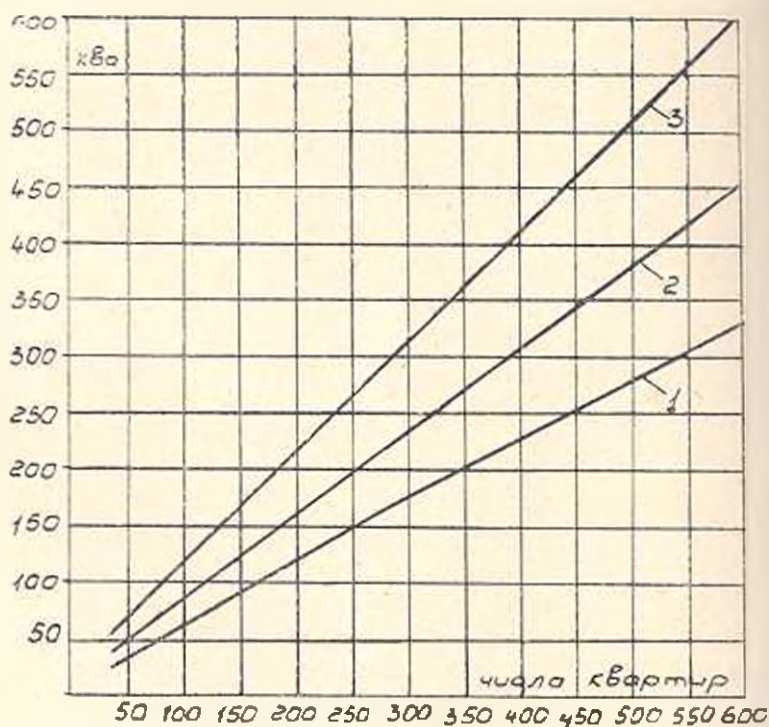


Рис. 2. Кривые зависимости перспективных нагрузок трансформаторов от числа квартир с газификацией быта (1), без газификации быта, с частичным электропечиприготовлением (2) и со стационарными кухонными электроплитами (3).

Для иллюстрации метода приводится один из примеров моделирования вероятного режима нагрузок трансформаторов из Ереванской городской электрической сети, который питает 32-х квартирный газифицированный жилой дом. Согласно разработанной программе, для этого примера произведены 20 игровых вариантов на „УРА-1-3“ по методу Монте-Карло. Машинное время решения этой задачи составило 2 минуты (при скорости „УРА-1-3“ — 5000 операций в секунду). По выходным данным вычислительной машины, представляющие максимальные, средние и минимальные значения нагрузки в киловольт-амперах, строились соответствующие суточные графики нагрузок трансформаторов (рис. 3а). Для измерения фактических нагрузок и

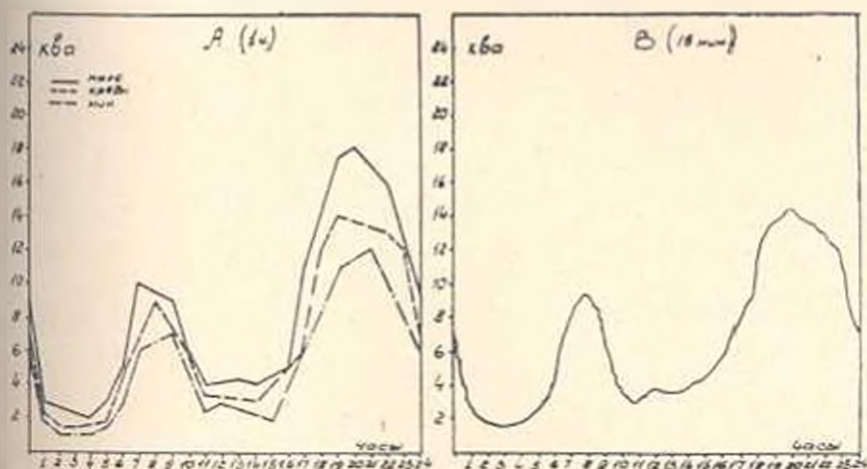


Рис. 3. Сопоставление усредненных графиков суточной нагрузки одного трансформатора, полученных путем моделирования (А) и в эксплуатационных условиях (В).

снятия суточных графиков на фидере подстанции этого жилого дома в течение 4-х месяцев были включены самопишущие амперметры и вольтметры. Зарегистрированы 146 суточных графиков зимней нагрузки и путем математической обработки данных измерений построен усредненный график нагрузки. Графики трансформатора, полученные путем моделирования и снятые в эксплуатационных условиях, показаны на рис. 3. Как видно из рис. 3, между ними имеется удовлетворительная сходимость.

АрмНИИЭ

Поступило 8.XI.1967.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зорин В. В., Ничипорович Л. В. К определению расчетных нагрузок в городских электрических сетях. Вестник КНИИ. Серия электроэнергетическая, Киев, №2, 1966.
2. Казбеков Т. Д. Нормы удельного электропотребления на жилищно-бытовые и коммунальные нужды. Тр. Ленинградского инженерно-экономического института, вып. 11 1962.

3. Михайлова В. М. Перспективные удельные расходы электроэнергии в жилых зданиях. Тезисы к докладам научно-технического совещания „Основные направления проектирования и развития городских электрических сетей. Изд. „Энергия“, 1966.
4. Сурбиновский Г. В., Федосенко Р. Я. Электрические нагрузки жилых зданий. Журн. „Электрические станции“, № 3, 1966.
5. Бусленко Н. П., Голенико Д. И., Соболев И. М., Сригович В. Г., Шрейдер Ю. А. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). М., 1962.
6. Голенико Д. И. Моделирование и статистический анализ псевдослучайных чисел на электронных вычислительных машинах. М., 1965.