

мерю половину расчетной нагрузки и эксплуатационный период здания рассчитывается на несколько десятилетий, можно ожидать, что это число увеличится в несколько раз и приведет к возникновению дополнительных усилий в местах опирания плит на колонны. Эти усилия необходимо учитывать при проектировании плит перекрытий и колонн.

Таблица

№ колонн (обр.)			Внешняя нагрузка 10 кН/м^2	$\sigma, \text{ МПа}$	$\epsilon_s = 10^{-4}$		$\epsilon_m = 10^{-4}$	
1	2	3			$t = 50 \text{ см}$	$t = 70 \text{ см}$	$t = 50 \text{ см}$	$t = 70 \text{ см}$
8	18	25	130	6,42	54	70	8,41	10,9
2	12	22	131	6,42	52	69	8,09	10,59
3	13	23	162	8	63	80	7,58	10
7	17	27	162	8	65	82	8,12	10,25
4	14	24	184	9,06	67	78	7,37	8,58
1	11	21	203	10,02	85	105	8,48	10,48
6	16	26	222	10,46	103	121	9,40	11,04

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по расчету деформаций укороченных железобетонных колонн многоэтажных зданий, возводимых методом подъема, с учетом полнотечи / Р. О. Сазян, Р. А. Котьян, К. А. Сладян. — Ереван: ВПЭКТН, 1987. — 53 с.
2. Карягина А. С. Экспериментальные исследования полнотечи бетона: Автореферат диссерт. — докт. техн. наук. — Ереван, 1966. — 86 с.

ВПЭКТН

10. III. 1988

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLIII, № 2, 1990, с. 90—93

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК (21) 311

М. Б. САРКИСЯН

ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЯ О РАЗВИТИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Предлагается методика учета неопределенности исходной информации при обосновании решений о развитии электроэнергетических систем, основанная на применении методов математической теории эксперимента. Методика позволяет при относительно небольшом объеме численных получить имитационные модели для оценки приведенных затрат по вариантам развития электроэнергетических систем и осуществлять их интервальную оценку.

Библиогр.: 1 назв.

Աւազարկվող մեթոդիկան, որը նաղի է ստեղծ երակետային տեղեկութայն անորոշու-
թյունը էիկտրալներդետիկական համակարգերի զարգացումը հիմնավորոց լեղիբների լուծ-
ման համանակ, հիմնված է փորձերի մաթեմատիկական տեսության վրա: Այն ննարագորու-
նքն է տալիս համեմատարար քի: ժաղիի հաղվարկներով քառ էիկտրալներգետիկական
համակարգերի զարգացման սարքերակների բերված ծախսերի զնահատման համար գտնել
նմանակային մոդելներ և իրագործել նրանք տիրույթային գնահատումը:

Из всего разнообразия типов экспериментальных планов для реше-
ния поставленной задачи использовались планы типа полный фактор-
ный эксперимент (ПФЭ) и дробный факторный эксперимент (ДФЭ).
При этом результаты экспериментов представляются линейной или не-
полной квадратической моделью объекта [1]

$$y = f(x_1, \dots, x_k)B,$$

где $B = (b_1, \dots, b_n)$ — вектор неизвестных параметров (коэффициентов
регрессии), $f(x_1, \dots, x_k) = (f_1(x_1, \dots, x_k), \dots, f_n(x_1, \dots, x_k))$ — век-
тор известных функций (факторов).

Оценки коэффициентов регрессии находятся методом наименьших
квадратов в соответствии с матричным выражением [2]

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (1)$$

где Y и X — вектор наблюдений и матрица значений функций $f_i(x)$
в точках плана.

Реализация предложенной методики предполагает выполнение сле-
дующих этапов:

1. На основе опыта эксплуатации выбираются исходные показатели
(факторы), неопределенность которых наиболее существенна при ре-
шении данной задачи и в функции которых должны быть найдены при-
веденные затраты. В случае, когда неопределенные исходные данные
заданы диапазонами своих значений, используются двухуровневые
планы типа ПФЭ и ДФЭ. При этом уровни факторов соответствуют
предельным значениям, которые допустимы для факторов в данном
эксперименте. Определяется число необходимых экспериментальных
расчетов на исходной экономико-математической модели по формуле
 $N = 2^k$. Оцениваются возможные пределы отклонения факторов, нахо-
дятся их максимальные и минимальные значения.

2. Определяются кодированные (нормированные) значения пере-
менных факторов и составляется матрица планирования расчетного
эксперимента. Эти значения факторов при использовании планов типа
ПФЭ и ДФЭ равны $+1$ и -1 для максимальных и минимальных значе-
ний факторов соответственно.

3. Все остальные исходные показатели, не включенные в програм-
му исследования, принимаются как незначимые. Эти параметры отно-
сятся ко второй группе, считая, что их случайные изменения при фиксир-
ованных значениях параметров, включенных в программу исследова-
ния (первая группа), обуславливают нормальный закон распределения
величины приведенных затрат.

4. Осуществляется реализация плана эксперимента на исходной экономико-математической модели для параметров первой группы согласно составленной матрице планирования. Применительно к статистической оценке приведенных затрат реализация каждой строки плана эксперимента состоит в вычислении значений приведенных затрат для уровней переменных параметров, отвечающих этой строке в матрице планирования, общепринятыми методами [3] при детерминированном задании исходных данных.

5. По данным реализации плана эксперимента с использованием аппарата регрессионного анализа рассчитываются коэффициенты регрессии, проверяется их значимость и адекватность полученной математической модели.

При проведении машинных имитационных экспериментов встает вопрос об оценке дисперсии воспроизводимости, который решается введением «эквивалентной помехи» [4]. В результате получается некая математическая модель, по которой определяются возможные границы изменения наследуемой величины приведенных затрат путем подстановки в полученную модель нормированных величин значимых факторов. При этом полученный диапазон изменения приведенных затрат дает фактическую оценку возможной ошибки в определении приведенных затрат в случае неучета неопределенного характера исходной информации.

Изложенные выше этапы проводились при решении задачи выбора варианта развития основных сетей Армянской ЭЭС с учетом неопределенности исходной информации. Сравнивались два конкурирующих варианта развития системообразующей сети, однако аналогичный подход можно применять и в случае n вариантов развития ЭЭС. В качестве неопределенных исходных данных, заданных значениями своих значений, рассматривались нагрузки в крупных энергоузлах и протяженность трасс вновь сооружаемых воздушных линий (ВЛ) электропередач. По первому варианту развития системообразующей сети рассматривались пять, а по второму — четыре фактора, неопределенность которых наиболее существенна при решении данной задачи. В этом случае реализация ПФЭ потребовала бы проведения $N=2^5=32$ и $N=2^4=16$ опытов для первого и второго вариантов соответственно. Учитывая значимость взаимодействий между факторами, можно на ПФЭ перейти к ДФЭ, где объем расчетов при пяти переменных параметрах для первого варианта будет ограничен до $N=2^{5-1}=16$ опытов и для второго варианта при четырех переменных параметрах до $N=2^{4-1}=8$ опытов.

Реализация ДФЭ для первого и второго вариантов согласно составленным матрицам планирования сводилась к расчету величин приведенных затрат для уровней переменных параметров, соответствующих каждой строке плана расчетного эксперимента, для чего предварительно согласно вариациям факторов определялись потери электроэнергии по вариантам развития основных сетей. Вычисления показали, что при оценке затрат на развитие ЭЭС среднеквадратич-

ное отклонение приведенных затрат не превышает 1% от среднего значения величины $Z_{пр}$.

Таким образом, статистическая обработка результатов расчетного эксперимента позволила получить линейные математические модели величин приведенных затрат

$$Z_{пр}^I = 3745 + 81,75x_1 + 81,21x_2 + 73,95x_3 + 128,7x_4 + 38,2x_5,$$

$$Z_{пр}^{II} = 3598,2 + 117,4x_1 + 87,5x_2 + 193,8x_3 + 53,2x_4,$$

где принято следующее соответствие переменных параметров факторам модели:

для I варианта — x_1, x_2, x_3 — протяженности трасс линий сооружаемых ВЛ, x_4, x_5 — нагрузки в крупных энергоузлах;

для II варианта — x_1, x_2 — протяженности трасс линий сооружаемых ВЛ, x_3, x_4 — нагрузки в энергоузлах.

По найденным диапазонам изменения приведенных затрат по сравниваемым вариантам развития ЭЭС была осуществлена интервальная оценка вариантов, в результате которой к реализации был рекомендован первый вариант развития системообразующей сети Армянской ЭЭС. Ошибка в оценке величины приведенных затрат в случае исчисления по определенности рассматриваемых параметров составляет $\pm 10,8\%$ по первому варианту и $\pm 12,2\%$ по второму варианту развития ЭЭС.

Проведенное исследование подтвердило необходимость учета неопределенности исходной информации при обосновании решений о развитии ЭЭС и доказало принципиальную возможность использования методов планирования эксперимента для оценки приведенных затрат на развитие ЭЭС с учетом неопределенности исходной информации, о чем свидетельствует точность полученных аппроксимационных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нальсон В. В., Сеникова Т. П. Логические основы планирования эксперимента. — М.: Металлургия, 1981. — 153 с.
2. Лилин Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. — М.: Физматгиз, 1962. — 349 с.
3. Стратегия по оптимизации электроэнергетических систем / Под ред. С. С. Роговского и Н. М. Шапиро. — М.: Энергия, 1977. — 288 с.
4. Применение статистических методов факторного планирования эксперимента и расчета к оценке статической устойчивости при учете неточности задания параметров режимов электрических систем / В. А. Великол, Н. Д. Анисимов, Н. К. Вруг, Е. М. Артемьева. — Сб.: Кибernetика и моделирование в энергетике. — М.: Наука, 1972. — С. 9—22.