
doi: <https://doi.org/10.15407/emodel.42.01.013>
УДК 621.019

Э.М. Фархадзаде, д-р техн. наук, **А.З. Мурадалиев**, д-р техн. наук,
Т.К. Рафиева, канд. техн. наук, **С.А. Абдуллаева**, аспирантка
Азербайджанский научно-исследовательский
и проектно-изыскательский институт энергетики
(Азербайджанская республика, Az1012, Баку, пр-т Г. Зардаби, 94,
тел. (+99412) 4316407, e-mail: elmeht@rambler.ru)

Фидуциальный подход к обеспечению однородных технико-экономических показателей

Предложен метод и алгоритм определения однородности информации о техническом состоянии оборудования, обеспечивающие безошибочность при сравнении однотипных объектов. Со временем возрастает доля основного оборудования, устройств и установок (объектов) предприятий электроэнергетических систем (ЭЭС), срок службы которых равен и превышает расчетный. Заменить их новыми сложно даже в экономически развитых странах. Следовательно, важнейшей задачей является разработка методических рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонту стареющего оборудования и в первую очередь разработка автоматизированных систем методической поддержки персонала. Сведения об эффективности работы предприятий ЭЭС включают статистические данные о надежности, экономичности и безопасности и зависят от большого числа разновидностей признаков, т.е. они относятся не к выборкам из генеральной совокупности, а к многомерным данным. Применение статистических методов анализа выборок из генеральной совокупности к многомерным данным приводит к недопустимому риску ошибочного решения. Статистический анализ многомерных данных дает возможность сравнивать и ранжировать однотипные объекты ЭЭС и сводится к оценке интегрального показателя. Учитывая сложность и громоздкость объективной количественной оценки эффективности работы предприятий ЭЭС, применение компьютерных технологий становится не только желательным, но и необходимым условием.

К л ю ч е в ы е с л о в а: фидуциальный метод, взаимосвязь, технико-экономические показатели, риск, критерий, ошибки, реализации, интегральный показатель.

Постановка задачи. Важнейшее условие обеспечения эффективности работы сложных систем есть объективность количественной оценки интегрального показателя эффективности работы [1]. Примером сложных систем являются энергоблоки электростанций, количественная оценка интегрального показателя которых, а следовательно, и обеспечение эффективности работы, — одна из наиболее трудных проблем. Трудность

© Фархадзаде Э.М., Мурадалиев А.З., Рафиева Т.К., Абдуллаева С.А., 2020

решения этой проблемы заключается, прежде всего, в неадекватности существующих методов и алгоритмов расчета. Если учесть, что эффективность работы зависит от надежности, экономичности и безопасности, а существующие методы ориентированы преимущественно на показатели экономичности работы (удельный расход условного топлива), то однобокость этих методов очевидна. Но и этот недостаток не единственный.

Разработанные и используемые на практике методы и алгоритмы не удовлетворяют предъявляемым требованиям в условиях, когда срок службы оборудования и устройств близок к нормативному, а тем более, — когда превышает его [2].

Предельно допустимые значения технико-экономических показателей (ТЭП) со временем начинают существенно отличаться от экспериментально установленных. В свою очередь, резко уменьшаются и интервалы между испытаниями для уточнения предельно допустимых значений, возрастают эксплуатационные затраты [3]. Однако, прежде чем рассчитывать интегральный показатель эффективности работы, надо рассчитать интегральные показатели отдельных составляющих эффективности, а именно надежности, экономичности и безопасности, которые также имеют свойства и характеризуются множеством показателей. Например, надежность характеризуется безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью.

Одним из наиболее серьезных препятствий для объективной оценки интегрального показателя является требование однородности ТЭП, характеризующих объект. Для того чтобы оценить степень однородности ТЭП, необходимо, прежде всего, обеспечить их безошибочность и независимость, а чтобы исключить различие шкал и масштабов ТЭП, проводится нормирование [4].

Нормированные ТЭП сопоставляются на распознавание степени взаимосвязи. Используемый для этого корреляционный анализ в условиях, когда число реализаций выборок исчисляется единицами, предполагает наличие линейной регрессии. Какая она на самом деле, неизвестно. Приходится довольствоваться тем, что результаты анализа совпадают с ожидаемыми, а это увеличивает риск ошибочного решения. Но наибольшие трудности возникают при разработке компьютерных технологий статистического анализа для проверки однородности ТЭП. Существующие традиционные методы анализа ориентированы на выборки из генеральной совокупности [5].

Технико-экономические показатели являются многомерными данными, т.е. зависят от множества разновидностей признаков. Для множества

энергоблоков, формирующих не генеральную совокупность, а совокупность таких реализаций, распределение возможных реализаций ТЭП называется фидуциальным [6]. Таким образом, преодоление указанных трудностей может быть основано на фидуциальном подходе, который требует привлечения компьютерных технологий и разработки критериев принятия решения.

Напомним различие доверительного (d) и фидуциального интервалов. Доверительный интервал $\left[\underline{P}^{\alpha}; \overline{P}^{\alpha} \right]_{\alpha}$ состоит из непрерывного, или дискретного, множества возможных реализаций параметра распределения генеральной совокупности случайных величин τ . Закон распределения $F(\tau)$ известен, а истинные значения параметров распределения $F(\tau)$ неизвестны. Доверительный интервал параметра P с достоверностью $R(P) = 1 - \alpha$, где α — уровень значимости, включает истинное значение параметра распределения с вероятностью $R(P)$. Возможность оценки доверительных интервалов Неймана [7] существует не для всех параметров распределения и показателей эффективности. Кроме того, доверительные интервалы ряда показателей могут быть установлены лишь для определенных распределений $F(\tau)$.

Фидуциальные интервалы состоят из множества возможных реализаций показателей эффективности работы, однако закон распределения случайных величин $\{\tau\}$ может быть и неизвестен. Преимущества фидуциального подхода проявляются при анализе многомерных статистических данных. Многомерные данные не имеют ни фиксированного закона распределения, ни истинных значений показателей. Фидуциальные интервалы Фишера [8] определяют исходя из заданных разновидностей признаков. Принцип построения фидуциальных интервалов (моделирование возможных реализаций ТЭП) может быть использован и для выборок из генеральной совокупности. Это позволяет не только проверить работоспособность программных комплексов, так как при этом доверительные и фидуциальные интервалы одинаковы, но и свидетельствует об универсальности фидуциального подхода.

Одним из возможных направлений оценки однородности ТЭП является разработка метода и алгоритма сравнения распределения выборки возможных реализаций ТЭП по заданной разновидности признака и совокупности возможных реализаций ТЭП. Учитывая, что число ТЭП энергоблока исчисляется десятками, рассмотрим два варианта:

- 1) ТЭП одной из основных установок энергоблока — котельной установки (КУ);
- 2) КУ энергоблоков 300 МВт на газомазутном топливе.

Рассмотрим следующие ТЭП:
 температуру питательной воды $T_{п}$;
 коэффициент полезного действия нетто $\eta_{н}$;
 расход электроэнергии на собственные нужды $\mathcal{E}_{с.н}$;
 удельный расход условного топлива $b_{г}$.

Исходные данные. В табл. 1 приведены « типовые » реализации среднемесячных значений указанных выше ТЭП, показатель направленности изменений A и граничные значения фидуциального интервала типовых

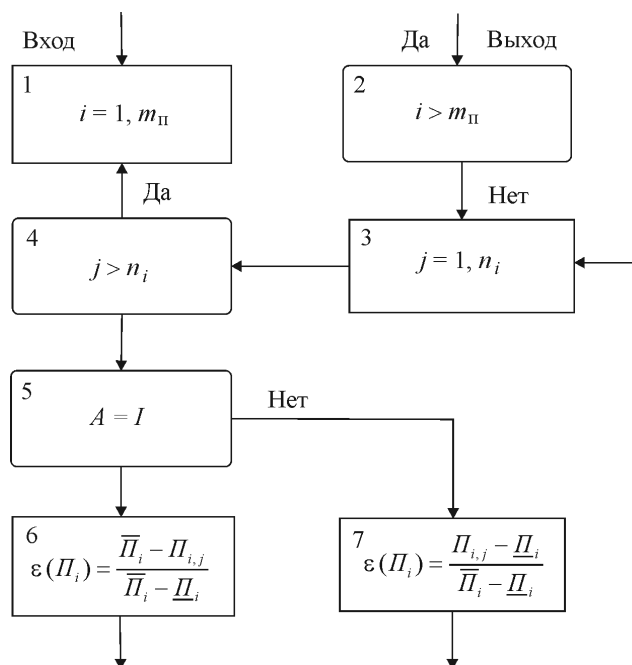
Таблица 1

i	ТЭП	A	Граничное значение фидуциального интервала								
			Нижнее	Верхнее	Для реализуемых КУ						
					1	2	3	4	5	6	7
1	$T_{п}, C^{\circ}$	1	230,3	244,6	235,2	244,2	236,8	239,0	237,8	241,8	243,5
2	$\eta_{н}, \%$	1	84,5	86,3	84,53	85,3	85,1	84,9	85,4	85,6	—
3	$\mathcal{E}_{с.н}, \%$	0	1,92	2,88	2,31	2,74	2,44	2,36	2,28	2,03	—
4	$b_{г},$ г/кВт · ч	0	321,6	342,5	333,6	323,8	332,8	329,7	334,2	324,2	324,7

Таблица 2

i	Среднемесячные неранжированные и ранжированные значения			
	$\varepsilon(T_{п,i})$	$\varepsilon(\eta_{н,i})$	$\varepsilon(\mathcal{E}_{с.н,i})$	$\varepsilon(b_{г,i})$
1	0,657343	0,983333	0,40625	0,574163
	0,0279	0,3839	0,1146	0,1053
2	0,027972	0,555556	0,854167	0,105263
	0,0769	0,5	0,375	0,1244
3	0,545455	0,666667	0,541667	0,535885
	0,1958	0,5555	0,4062	0,1483
4	0,461538	0,777778	0,458333	0,38756
	0,4615	0,6666	0,4583	0,3876
5	0,475524	0,5	0,375	0,602871
	0,4755	0,7777	0,5417	0,5359
6	0,195804	0,388889	0,114583	0,124402
	0,5454	0,9833	0,8541	0,5742
7	0,076923	—	—	0,148325
	0,6573	—	—	0,6029

Примечание: над чертой — неранжированные параметры, под чертой — ранжированные.



Укрупненная блок-схема алгоритма подсистемы нормирования реализаций ТЭП

реализаций. Типовыми будем считать реализации ТЭП, отвечающих требованиям безошибочности и независимости. Если с увеличением ТЭП эффективность работы возрастает, то $A = 1$, если с увеличением ТЭП эффективность работы снижается, то $A = 0$.

Переход к нормированным значениям ТЭП осуществляется в соответствии с алгоритмом, укрупненная блок-схема которого приведена на рисунке, где m_{Π} — число ТЭП; n_i — число реализаций i -го ТЭП при $i=1, m_{\Pi}$; $\underline{\Pi}_i^{\Phi}$ и $\overline{\Pi}_i^{\Phi}$ — соответственно, нижнее и верхнее граничные значения фидуциального интервала ТЭП.

В табл. 2 приведены результаты нормирования среднемесячных неранжированных и ранжированных значений ТЭП, а в табл. 3 — результаты формирования совокупности нормированных значений ТЭП КУ, где k — порядковый номер ранжированных реализаций ТЭП.

Метод анализа однородности ТЭП. Для анализа однородности ТЭП используем результаты оценки значимости расхождения статистической функции фидуциального распределения (СФФР) совокупности данных и СФФР выборки ТЭП из этой совокупности. В качестве выборки ТЭП бу-

Таблица 3

Совокупность относительных значений ТЭП							
k	$\varepsilon(\Pi_k)$	k	$\varepsilon(\Pi_k)$	k	$\varepsilon(\Pi_k)$	k	$\varepsilon(\Pi_k)$
1	0,0279	8	0,375	15	0,5	22	0,6573
2	0,0769	9	0,3839	16	0,5359	23	0,6666
3	0,1053	10	0,3876	17	0,5417	24	0,7777
4	0,1146	11	0,4062	18	0,5454	25	0,8541
5	0,1244	12	0,4583	19	0,5555	26	0,9833
6	0,1483	13	0,4615	20	0,5742	–	–
7	0,1958	14	0,4755	21	0,6029	–	–

дем рассматривать нормированные значения каждой из четырех ТЭП. Для этого выполняем следующие процедуры:

1. Проводим ранжирование $\varepsilon(\Pi_i)$ каждого из четырех ТЭП в порядке увеличения реализаций.

2. Каждой реализации сопоставляем вероятность

$$F^*[\varepsilon(\Pi_{i,j})] = j / n_i, \quad j = 1, n_i; \quad i = 1, m_{\Pi}, \quad m_{\Pi} = 4.$$

3. Проводим ранжирование совокупности возможных реализаций $\varepsilon(\Pi)$ в порядке возрастания.

4. Каждой реализации совокупности данных $\{\varepsilon(\Pi)\}_{n_{\Sigma}}$, где $n_{\Sigma} = \sum_{i=1}^4 n_i = 26$, сопоставляем вероятность $F^*[\varepsilon(\Pi_k)] = k / n_{\Sigma}$, где $k = 1, n_{\Sigma}$.

5. Определяем m_{Π} выборок результатов расчета расхождений СФФР:

$$\Delta F^*[\varepsilon(\Pi_{i,j})] = \{F^*[\varepsilon(\Pi_k = \Pi_{i,j})] - [F^*[\varepsilon(\Pi_{i,j})]]\}, \quad (1)$$

где $i = 1, m_{\Pi}$, $j = 1, n_i$. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

6. В каждой выборке определяем наибольшее абсолютное значение расхождений, равное $\Delta F^*[\varepsilon(\Pi_{i,j})]$, по формуле

$$\Delta F_{\max}^*[\varepsilon(\Pi_i)] = \max \{ \Delta F^*[\varepsilon(\Pi_{i,j})] \}, \quad j = 1, n_i.$$

7. Критерий однородности ТЭП имеет нижнее граничное значение фидуциального интервала $\underline{\Delta F}^{\Phi}$, если

$$\Delta F_{\max}^*[\varepsilon(\Pi_i)] < 0, \quad (2)$$

и верхнее $\overline{\Delta F^\Phi}$, если

$$\Delta F_{\max}^*[\varepsilon(\Pi_i)] > 0. \quad (3)$$

Критерий (2) основан на предположении, что если выборка реализаций относительных значений i -го ТЭП по отношению к совокупности возможных реализаций $\varepsilon(\Pi)$ всех ТЭП представительна (т.е. ее классификация нецелесообразна), то требование однородности этого ТЭП выполняется, и наоборот. Если наибольшее отклонение СФФР выборки от СФФР совокупности данных определяется по формуле (1), а не по рекомендуемой формуле Колмогорова, то применение критерия приводит к большому риску ошибочного решения [9, 10]. Установлено, что изменение формулы расчета максимального расхождения СФФР приводит к существенному изменению закономерностей СФФР. Возможное расхождение используемых граничных значений фидуциального интервала от критических значений распределения Колмогорова обусловлено именно этим фактором.

В табл. 5 приведены фактические значения наибольшего отклонения при реализации каждого из рассматриваемых ТЭП, соответствующие им критические значения при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и указано наличие

Таблица 4

j	Отклонение фидуциальных распределений			
	$\Delta F^*(T_{\Pi,j})$	$\Delta F^*(\eta_{\Pi,j})$	$\Delta F^*(\varepsilon_{\text{с.н.},j})$	$\Delta F^*(b_{T,j})$
1	-0,1044	0,2179	-0,0129	-0,0513
2	-0,2088	0,2901	-0,0256	-0,0935
3	-0,1594	0,2308	-0,0385	-0,1978
4	-0,1483	0,2179	-0,1667	-0,2252
5	-0,1788	0,0898	-0,1795	-0,0989
6	-0,1649	0	-0,0385	-0,088
7	-0,1538	—	—	-0,1923

Таблица 5

i	$\Delta F_{\max}^*[\varepsilon(\Pi_i)]$	$\overline{\Delta F^\Phi}$	$\overline{\Delta F^\Phi}$	Наличие однородности
1	-0,2088	—	0,342	Однородны
2	0,2900	—	0,358	»
3	-0,1795	-0,523	—	»
4	-0,2252	-0,48	—	»

однородности ТЭП. Результаты контроля типовых ТЭП обеспечивают безошибочность расчетов.

Выводы

1. Обеспечение однородности многомерных данных является необходимым условием объективной оценки интегрального показателя.
2. Необходимыми условиями обеспечения однородности ТЭП являются их безошибочность, отбор типовых реализаций и их нормирование с учетом направленности изменения относительно повышения эффективности работы.
3. Однородность ТЭП эквивалентна равенству коэффициентов значимости ТЭП.
4. Критерий однородности выборок ТЭП определяется в результате сопоставления максимального расхождения между СФФР совокупности данных нормированных значений ТЭП и выборки контрольного ТЭП с граничными значениями фидуциального интервала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воропай Н.И., Ковалев Г.Ф. и др.* Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике. М.: ООО ИД «Энергия», 2013, 304 с.
2. *Дуэль М.А., Канюк Г.И., Фурсова Т.Н.* Автоматизация определения энергетических характеристик энергооборудования // Энергооборудование, Энергетика, Энергоаудит, 2013, № 2, с. 13—18.
3. *Фархадзаде Э.М., Мурадалиев А.З., Фарзалиев Ю.З., Рафиева Т.К.* Сравнительный анализ методов расчета интегральных показателей, характеризующих эффективность работы объектов ЭЭС // Электрон. моделирование, 2017, № 2, с. 75—89.
4. *Фархадзаде Э.М., Мурадалиев А.З., Фарзалиев Ю.З.* Метод и алгоритм ранжирования котельных установок блочных электростанций по критерию надежности и экономичности работы // Теплоэнергетика, 2015, № 10, с. 22—29.
5. *Орлов А.И.* Основные черты новой парадигмы статистического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Куб ГАУ, 2013, № 90 (06).
6. *Farhadzadeh E.M., Muradaliyev A.Z., Farzaliyev Y.Z et al* Fiducially approach at comparing of the same objects // Energy Sitems Research, 2018, № 4, с. 71—77.
7. *Орлов А.И.* Математика случая. Вероятность и статистика — основные факты. Учеб. пособие. М.: МЗ-Прессб, 2004, 110 с.
8. *Павлов И.В.* О фидуциальном подходе при построении доверительных границ для функций многих неизвестных параметров // Докл. АН СССР, 1981, **258**, с. 1314—1317.
9. *Farhadzadeh E.M., Farzaliyev Y.Z., Muradaliyev A.Z.* De crease in risk erroneous classification the multivariate statistical data desciling the technical condition of the equipment of power supply systems // Mathematical and Technical Sciences, Institute of Physics, 2013, № 1, p. 50—57.
10. *Рябинин И.А.* Основы теории и расчета надежности судовых электроэнергетических систем. 2-изд. М.: «Судостроение», 1971, 456 с.

Получена 25.11.19

REFERENCES

1. Voropay, N.I. and Kovalev, G.F. (2013), *Kontsepsiya obespecheniya nadezhnosti v elektroenergetike* [The concept of ensuring reliability in the electric power industry], ООО ID «Energiya», Moscow, Russia.
2. Duel, M.A., Kanyuk, G.I. and Fursova, T.N. (2013), “Automation of determination of energy characteristics of energy equipment”, *Energooborudovaniye, Energetika, Energoaudit*, no. 2, pp. 13-18.
3. Farhadzade, E.M., Muradaliev, A.Z., Farzaliev, Y.Z. and Rafieva, T.K. (2017), “A comparative analysis of methods for calculating integral indicators characterizing the performance of EES facilities”, *Elektronnoye modelirovaniye*, no. 2, pp. 75-89.
4. Farhadzade, E.M., Muradaliev, A.Z. and Farzaliev, Y.Z. (2015), “Method and algorithm for ranking boiler plants of block power plants by the criterion of reliability and efficiency of work”, *Teploenergetika*, no. 10, pp. 22-29.
5. Orlov, A.I. (2013), “The main features of the new paradigm of statistical analysis”, *Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kub GAU*, no. 90.
6. Farhadzadeh, E.M., Muradaliev, A.Z. and Farzaliev, Y.Z. (2018), Fiducial approach at comparing of the same objects, *Energy Systems Research*, no. 4, pp. 71-77.
7. Orlov, A.M. (2004), *Matematika sluchaya. Veroyatnost' i statistika — osnovnyye fakty. Ucheb. posobiye* [Mathematics of the case. Probability and statistics are the main factors. Training allowance]. Press, Moscow, Russia.
8. Pavlov, I.V. (1981), “On the fiducial approach in constructing confidence boundaries for functions of many unknown parameters”, *Dokl. AN SSSR*, Vol. 258, pp. 1314-1317.
9. Farhadzadeh, E.M., Farzaliev, Y.Z. and Muradaliev, A.Z. (2013), “Decrease in risk erroneous classification the multivariate statistical data describing the technical condition of the equipment of power supply systems”, *Mathematical and Technical Sciences, Institute of Physics*, no. 1, pp. 50-57.
10. Ryabinin, I.A. (1971), *Osnovy teorii i rascheta nadezhnosti sudovykh elektroenergeticheskikh sistem. 2-izd* [Fundamentals of the theory and calculation of reliability of ship electric power systems. 2nd ed], Sudostroyeniye, Moscow, Russia.

Received 25.11.19

Є.М. Фархадзаде, А.З. Мурадалиев, Т.К. Рафиева, А.С. Абдуллаева

ФІДУЦІАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ОДНОРІДНИХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Запропоновано метод і алгоритм визначення однорідності інформації про технічний стан обладнання, які забезпечують безпомилковість при порівнянні однотипних об'єктів. З часом збільшується частка основного обладнання пристроїв та установок (об'єктів) підприємств електроенергетичних систем (ЕЕС), термін служби яких дорівнює та перевищує розрахунковий. Замінити їх новими складно навіть у економічно розвинутих країнах. Тому найважливішим завданням є розробка пропозицій по технічному обслуговуванню та ремонту старого обладнання і, в першу чергу, розробка автоматизованих систем методичної підтримки персоналу. Відомості про ефективність підприємств ЕЕС містять статистичні дані про надійність, економічність та безпеку і залежать від багатьох різновидів ознак, тобто вони належать не до вибірок з генеральної сукупності, а до багатомірних даних. Застосування статичних методів аналізу вибірок з генеральної сукупності до багатомірних даних призводить до неприпустимого ризику помилкового рішення. Статистичний аналіз багатомірних даних дозволяє порівнювати і ранжи-

рувати однотипні об'єкти ЕЕС та оцінювати інтегральний показник. Враховуючи складність та громіздкість об'єктивної кількісної оцінки ефективності роботи підприємств ЕЕС, застосування комп'ютерних технологій стає не тільки бажаною, але й необхідною умовою.

К л ю ч о в і с л о в а: фідучіальний метод, взаємозв'язок, техніко-економічні показники, ризик, критерій, помилки реалізації, інтегральний показник.

E.M.Farhadzadeh, A.Z.Muradaliyev, T.K.Rafiyeva, S.A.Abdullayeva

FIDUCIALLY APPROACH IN MAINTENANCE OF HOMOGENEOUS TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS

The automated systems of methodical support (ASMS) the personnel of the enterprises of electro power systems (EPS) are a basis of an intellectual control system of an overall performance. And as necessity of transition to intellectual systems does not raise the doubts, the urgency of development ASMS is obvious.

Increase of an overall performance of enterprises EPS is connected with overcoming of some difficulties, basic of which are:

in due course a share of the capital equipment, devices and installations (objects) of enterprises EPS, which service life it is approximately equal and even exceeds settlement - increases. On many publications, it already for a long time has exceeded 50%. To replace them on new «not on a teeth» even to economically developed countries. Hence, alongside with instructions for the new equipment, which deliver factories manufacturers, the major problem of existing scientific research institutes of power is development of methodical recommendations on maintenance service and repair of the growing old equipment and first of all development ASMS;

data on an overall performance, statistical data about reliability include, profitability and safety and depend on the big number of versions of attributes. In other words, they, concern not to samples of general set, and to multivariate data. Application of statistical methods of the analysis samples from general set to multivariate data, in opinion of authors of these methods, leads to inadmissible risk of the erroneous decision. Bright examples of multivariate data are technical and economic parameters power units;

purpose of the statistical analysis of multivariate data is the opportunity of comparison and ranging of same objects EPS. The statistical analysis reduced to an estimation of an integrated parameter. Preliminary it is required to provide faultlessness and independence of data, their normalization and uniformity;

considering complexity and bulkiness of an objective quantitative estimation of an overall performance of enterprises EPS in manual, application of computer technologies becomes not desirable, but a necessary condition. ASMS assume participation in dialogue from the COMPUTER of the qualified employees. The organization of their training and preparation for work on ASMS become one of the primary goals of improvement of professional skill of the personnel.

In present clause the method and algorithm of maintenance *of uniformity* of the information on a technical condition of the equipment, providing a faultlessness of comparison of the same objects considered.

К e y w o r d s: Fiducially, interrelation, technical and economic parameters, risk, criterion, mistakes, realizations, an integrated parameter.

ФАРХАДЗАДЕ Эльмар Мехтиевич, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. Азербайджанского научно-исследовательского и проектно-изыскательского ин-та энергетики (г. Баку). В 1961 г. окончил Азербайджанский ин-т нефти и химии. Область научных исследований — надежность и эффективность электроэнергетических систем.

МУРАДАЛИЕВ Айдын Зураб оглу, д-р техн. наук, руководитель отдела «Надежность энергетического оборудования» Азербайджанского научно-исследовательского и проектно-изыскательского ин-та энергетики (г. Баку). В 1982 г. окончил Азербайджанский ин-т нефти и химии. Область научных исследований — количественная оценка индивидуальной надежности оборудования и устройств электроэнергетических систем.

РАФИЕВА Тамара Каировна, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. отдела «Надежность энергетического оборудования» Азербайджанского научно-исследовательского и проектно-изыскательского ин-та энергетики (г. Баку). В 1973 г. окончила Азербайджанский ин-т нефти и химии. Область научных исследований — имитационное моделирование индивидуальной надежности энергоблоков ТЭС.

АБДУЛЛАЕВА Самира Афган кызы, аспирантка, вед. инженер отдела «Надежность энергетического оборудования» Азербайджанского научно-исследовательского и проектно-изыскательского ин-та энергетики (г. Баку). В 1990 г. окончила Азербайджанский ин-т нефти и химии. Область научных исследований — точность и достоверность оценок показателей индивидуальной надежности оборудования и устройств энергетических систем.

