

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В ЭНЕРГЕТИКЕ**К.Э. Федулов*, Е.Ю. Бурденкова**, Н.В. Гусева.*****Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Россия, Саратов, lena.burdenckova@yandex.ru**** Саратовский научный центр РАН,
Россия, Саратов, lena.burdenckova@yandex.ru*

Аннотация: предлагаются методика эффективности инвестиций в энергетике с учетом достижения различных противоречивых целей, что позволяет сделать объективный выбор оптимального варианта их развития.

Ключевые слова: методика, эффективность, инвестиции, энергетика, цели, оптимальный вариант.

MULTIOBJECTIVE PROBLEMS IN POWER ENGINEERING**K. E Fedulov.*, E. Yu. Burdenkova**, scientific. hands. N. V. Guseva.*****Saratov state technical University named after Gagarin Y. A.,
Russia, Saratov, lena.burdenckova@yandex.ru**** Saratov scientific center of RAS, Saratov,
Russia, lena.burdenckova@yandex.ru*

Abstract: Proposed method investments in energy efficiency with a view to securing various conflicting objectives that allow for an objective selection of the optimal variant of their development

Keywords: technique, efficiency, investment, energy, goals, the best option

Актуальность проблемы заключается в том, что системы энергетики – объекты сложные. В ряде случаев решение о выборе оптимального варианта их развития не может быть сделано на основе какого-либо одного экономического критерия: затрат, прибыли, рентабельности или чистого дисконтированного дохода. Поэтому необходимо принимать решение с учетом достижения различных, иногда даже противоречивых целей, которое базируется на основе современных экономических методик.

Очень часто наряду с минимумом затрат стараются обеспечить максимум надежности электроснабжения, минимум расхода цветного металла и максимум производительности труда [1]. Рассмотрим вопрос решения этой проблемы на примере выбора наиболее экономичного варианта схемы районной электрической сети из шести возможных стратегий.

В таблице 1 представлены показатели схем электроснабжения по вариантам.

Таблица 1- Матрица локальных критериев

Стратегии	Пропускная способность P, МВт	Потери мощности ΔP, МВт	Капитальные затраты K, млн. руб.
I ₁	63.08	1.35	352.9
I ₂	104.33	1.24	486
I ₃	98.67	0.662	480
I ₄	139.28	0.646	417
I ₅	190.88	0.646	732
I ₆	197.34	0.166	664.8

Критерии достижения целей имеют разные единицы измерения, поэтому необходимо провести нормирование частных критериев по формулам:

$$\bar{K}_i = \frac{K_{\min}}{K_i}, \quad (1)$$

$$\Delta \bar{P}_i = \frac{\Delta P_{\min}}{\Delta P_i}, \quad (2)$$

$$\bar{P}_i = \frac{P_i}{P_{\max}}, \quad (3)$$

где K_{\min} – минимальные капитальные вложения из ряда стратегий, млн. руб.;

K_i – капитальные вложения i -й стратегии, млн. руб.;

ΔP_{\min} – минимальные потери мощности из ряда стратегий, МВт;

ΔP_i – потери мощности i -й стратегии, МВт;

P_{\max} – наибольшая передаваемая мощность, МВт;

P_i – передаваемая мощность i -й стратегии, МВт.

Результаты нормирования сведены в таблицу 2.

Таблица 2- Матрица нормированных критериев

Стратегии	\bar{K}_i , о.е.	\bar{P}_i , о.е.	$\Delta \bar{P}_i$, о.е.
I ₁	1.0	0.32	1.0
I ₂	0.73	0.53	0.92
I ₃	0.74	0.5	0.49
I ₄	0.85	0.71	0.48
I ₅	0.43	0.97	0.48
I ₆	0.53	1.0	0.12

Для комплексной оценки эффективности вариантов 1÷6 необходимо установление некоторой схемы компромисса – принципа согласования оптимумов по разным критериям.

Число возможных схем компромисса очень велико, но во всех случаях его задача – это сведение векторной задачи оптимизации к эквивалентной (в смысле принятого принципа оптимальности) скалярной (т.е. однокритериальной) задаче.

Различные схемы компромисса, в первую очередь, могут отличаться по наличию или отсутствию приоритетов в достижении локальных целей.

В том случае, когда достижение отдельных целей предпочтительнее достижения других, то для оценки степени предпочтительности вводятся приоритеты. Приоритет локальных критериев может задаваться различными способами. Наибольшее распространение получил способ, который состоит в задании весовых коэффициентов для каждого локального критерия – $a_j (j=1..n)$.

Следовательно, каждому критерию (цели) по степени важности присваивается весовой коэффициент, соответственно:

$$a_1 = 0,5 \rightarrow \bar{P}_i,$$

$$a_2 = 0,4 \rightarrow \bar{K}_i,$$

$$a_3 = 0,1 \rightarrow \Delta \bar{P}_i.$$

Производится оценка важности каждой цели определенным числом a_j так, чтобы для более важной цели a_j было больше, чем для менее важной:

$$a_1 \geq a_2 + a_3, \quad (4)$$

Так как $0.5 \geq 0.4 + 0.1$, $0.5 \geq 0.5$, следовательно, условие неравенства (4) целей выполняется.

$$a_2 \geq a_3, \quad (5)$$

Так как $0.4 \geq 0.1$, следовательно, весовым коэффициентам корректировки не требуется.

Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3- Матрица нормированных критериев

Стратегии	\bar{P}_i , о.е.	\bar{K}_i , о.е.	$\Delta\bar{P}_i$, о.е.
	$a_1=0.5$	$a_2=0.4$	$a_3=0.1$
I ₁	0.32	1.0	1.0
I ₂	0.53	0.73	0.92
I ₃	0.5	0.74	0.49
I ₄	0.71	0.85	0.48
I ₅	0.97	0.43	0.48
I ₆	1.0	0.53	0.12

Производится нормировка показателей достижения целей и перестраивается таблица 2 на их нормированные значения, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4- Матрица нормированных критериев с учетом приоритета достижения целей

$\bar{P}_i \cdot a_1$, о.е.	$\bar{K}_i \cdot a_2$, о.е.	$\Delta\bar{P}_i \cdot a_3$, о.е.	Интегральный критерий
0.16	0.4	0.1	0.66
0.265	0.292	0.09	0.647
0.25	0.296	0.049	0.595
0.355	0.34	0.048	0.743
0.485	0.172	0.048	0.705
0.5	0.212	0.012	0.724

По максимальной эффективности предложенные варианты можно ранжировать в порядке возрастания: I₃, I₂, I₁, I₅, I₆, I₄.

В качестве оптимального варианты (стратегии) принимается вариант, у которого оценка общей эффективности максимальна:

$$F_i = \max \sum_{j=1}^n v_j a_n,$$

где v_j – нормированные значения критериев.

Например,

$$F_4 = \max \sum_{j=1}^3 v_4 a_4 = 0.743 \text{ о.е.}$$

В том случае, если больший приоритет присваивается такому критерию как капитальные вложения, то весовые коэффициенты будут распределены следующим образом: $a_1=0.4$, $a_2=0.5$, $a_3=0.1$.

Результаты данного исследования сведены в таблицу 5.

Производится нормировка показателей достижения целей и перестраивается таблица 2 на их нормированные значения, представленные в таблице 6.

По максимальной эффективности варианты 1÷6 можно ранжировать в порядке возрастания: I₃, I₅, I₆, I₂, I₁, I₄.

Таблица 5- Матрица нормированных критериев

Стратегии	\bar{K}_i , о.е.	\bar{P}_i , о.е.	$\Delta\bar{P}_i$, о.е.
	$a_1=0.4$	$a_2=0.5$	$a_3=0.1$
I ₁	0.32	1.0	1.0
I ₂	0.53	0.73	0.92
I ₃	0.5	0.74	0.49
I ₄	0.71	0.85	0.48
I ₅	0.97	0.43	0.48
I ₆	1.0	0.53	0.12

Таблица 6- Матрица нормированных критериев с учетом приоритета достижения целей

$\bar{P}_i \cdot a_1$, о.е.	$\bar{K}_i \cdot a_2$, о.е.	$\Delta\bar{P}_i \cdot a_3$, о.е.	Интегральный критерий
0.128	0.5	0.1	0.728
0.212	0.365	0.09	0.667
0.2	0.37	0.049	0.619
0.284	0.425	0.048	0.757
0.388	0.215	0.048	0.651
0.4	0.265	0.012	0.677

В этом случае, оптимальным считается вариант 4 – I₄ с максимальной оценкой эффективности:

$$F_4 = \max \sum_{j=1}^3 \nu_j a_j = 0.757$$

Изложенный метод может использоваться при исследовании вариантов новых технических решений в условиях недостаточности информации.

Однако он имеет ряд недостатков:

- а) возможность субъективных решений;
- б) отсутствие нормативов соизмерения различных целей;
- в) приравнивание в некоторых случаях затрат и результатов.

На первом этапе реализации проекта (4 мес.) планируется создание рабочей документации по выбору оптимального варианта электрической схемы районной электросети, экономичной мощности подстанции, схемы электроснабжения промышленного предприятия. На втором этапе (2 мес.) – внедрение методик векторной оптимизации энергетических объектов в производство. Данные методические положения будут реализованы аспирантами СГТУ имени Гагарина Ю.А. (научный руководитель профессор Угаров Г.Г.) Шевченко Н.Ю. и Лебедевой Ю.В. в научных работах на тему: «Повышение эффективности реконструируемых воздушных линий электропередач, подверженных экстремальным метеовоздействиям».

Планируемая коммерческая перспектива использования методики заключается в реализации в Российской Федерации. Разработанная методика оценки эффективности инвестиций в энергетике целесообразно использовать в учебных целях при подготовки специалистов в области энергетики и экономики энергетики, а также при разработке бизнес проектов.

Библиографический список

1. Машунин Ю.К. Информационные технологии моделирования технических систем на базе методов векторной оптимизации // Информационные технологии. 2001. №9. с. 14-21