

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ (ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ) ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ ИРАК

В статье предпринята попытка использовать метод анализа иерархий для определения наиболее перспективных энерготехнологий генерации тепловой и электрической энергии для условий республики Ирак. Для анализа взяты восемь основных энерготехнологий и комплекс из семи критериев. Математический аппарат метода дает возможность определить уровень перспективности опираясь на паспортные данные энерготехнологии и экспертные оценки специалистов.

Ключевые слова: метод анализа иерархий; распределенная генерация; приоритет энерготехнологии.

Актуальность

Использование возобновляемых источников энергии – один из наиболее важных путей решения проблем глобального потепления, загрязнения окружающей среды, сохранения природных ресурсов, устойчивого развития регионов. Выбор наиболее эффективных технологий использования и альтернативных возобновляемых и традиционных источников энергии – очень важный шаг к формированию энергоэффективной инфраструктуры энергообеспечения различных потребителей - от единичного здания до общей энергосистемы государства.

Объект исследования – энергетическая инфраструктура республики Ирак.

Предмет исследования – процесс формирования эффективной энергетической инфраструктуры с комплексным использованием средств распределенной генерации (возобновляемых и традиционных).

Постановка задачи

В работе проведена оценка различных технологий производства электрической и тепловой энергии по множеству критериев с учетом метеорологических характеристик региона и потенциала местных видов топлива. Для расчета относительных приоритетов технологий на базе количественной информации, приведенной в паспортах, потенциала источника энергии в пределах выбранной территории, экономических, экологических показателей и экспертных оценок, касаемых важности критериев оценивания технологий, используется метод анализа иерархий (МАИ).

Метод анализа иерархий представляет собой систематическую процедуру для иерархического представления элементов, которые определяют суть задачи принятия решений, и состоит из нескольких этапов.

Первый этап предусматривает представление проблемы в виде иерархии или сети. В простейшем случае иерархия строится, начиная с цели, которая помещается в вершину иерархии, через промежуточные уровни, на которых располагаются критерии, и от которых зависят последующие уровни, к самому низкому уровню, который содержит перечень альтернатив.

В нашем случае имеем полную доминантную иерархию

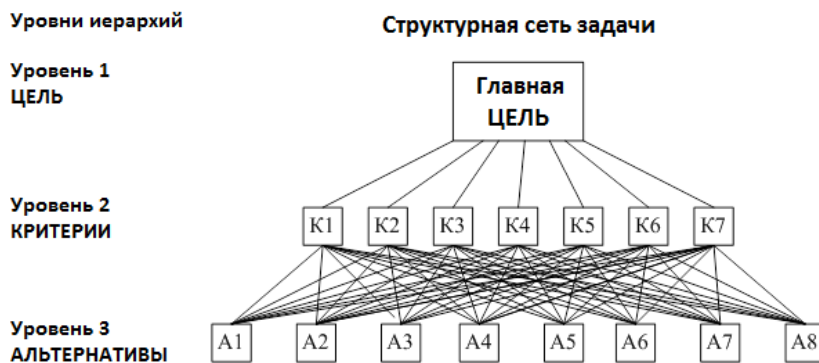


Рис. 1 Схематический вид доминантной иерархии

Цель – выбор наиболее эффективных энерготехнологий, которые используют альтернативные и возобновляемые источники, для генерации тепловой энергии – цель А и для генерации электрической энергии – цель Б.

Определим критерии, по которым производится оценка энерготехнологий:

K1 – мощность, вырабатываемая установкой, [кВт];

K2 – потенциал источника энергии для определенной технологии на заданной территории, [млн.т.у.т.];

K3 – уровень эффективности установки, [%];

K4 – уровень выбросов во время работы установки, [кг/МВт*час];

K5 – капитальные и начальные затраты при инсталляции установки, [€/кВт];

K6 – эксплуатационные затраты при работе установки, [€/МВт*час];

K7 – стоимость произведенной электрической и/или тепловой энергии при работе установки, [€/МВт].

Рассмотрим восемь технологий, которые используют ВИЭ для производства тепловой и/или электрической энергии.

Введем следующие обозначения:

A1 – солнечная энергетика;

A2 – ветровые турбины;

A3 – установки на биомассе;

A4 – установки, использующие природный газ;

A5 – установки, использующие рекуперацию тепловой энергии;

A6 – микро-/малые гидроэлектрические установки;

A7 – установки, использующие энергию сточных вод;

A8 – геотермальная энергетика.

Метод анализа иерархий требует от лица, принимающего решение (ЛПР), структурирования задачи принятия решения, то есть, составления иерархии в соответствии с целью, пониманием критериев и возможными альтернативами.

Второй этап. После иерархического представления задачи устанавливаются приоритеты критериев, после чего по этим критериям оценивается каждая альтернатива, и определяется наиболее весомая из них.

В методе анализа иерархий элементы сравниваются попарно, относительно влияния на общую для них характеристику. Результатом этой процедуры является обратно симметричная матрица.

Для проведения субъективных парных сравнений в методе анализа иерархий разработана шкала, представленная в табл. 1.

При проведении попарных сравнений ЛПР ставит перед собой следующие вопросы:

- при сравнении критериев – «Какой из критериев важнее?»;
- при сравнении альтернатив по отношению к критерию – «Какая из альтернатив наиболее желаемая?».
- Фундаментальная шкала относительной важности необходима, поскольку с ее помощью определяется численное выражение относительной взаимосвязи преимуществ.
- Матрица парных суждений критериев относительно цели приведена в табл.2 и табл.3.

Таблица 1

Фундаментальная шкала относительной важности

Интенсивность относительной важности	Качественная оценка	Объяснение
1	Равное значение	Элементы равные по своим значениям
3	Ненамного важнее	Опыт и суждения немного в пользу одного элемента по сравнению с другим
5	Существенно важнее	Опыт и суждения решительно выступают за один элемент относительно другого
7	Значительно важнее	Есть убедительные доказательства большей значимости одного элемента относительно другого
9	Абсолютно важнее	Приоритет одного элемента перед другим максимально подтверждается
2,4,6,8	Промежуточные оценки	Необходим компромис

Синтез приоритетов

После построения иерархии и определения величин парных субъективных суждений следует этап, на котором иерархическая декомпозиция и относительные суждения объединяются для получения осмысленного решения многокритериальной задачи принятия решений.

Из групп парных сравнений формируется набор локальных критериев, которые выражают относительное влияние элементов на элемент, расположенный на уровне выше.

После определения относительной ценности каждого элемента и нормализации численных результатов, получаем вектор приоритетов $q_2 = (q_{21}, q_{22}, q_{23}, \dots, q_{2n})$ (см. табл. 2, табл. 3).

Согласованность локальных приоритетов

Индекс согласованности ИС

Вместе с матрицей парных сравнений мы имеем меру оценки степени отклонения от согласованности. Когда такие отклонения превышают установленные пределы, тем, кто производит решение задачи, необходимо их пересмотреть.

С этой целью необходимо определить индекс согласованности и отношение согласованности.

Индекс согласованности:

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0,1333.$$

Отношение согласованности ОС.

Для определения того, насколько точно индекс согласованности ИС отражает согласованность суждений его необходимо сравнить со случайным индексом (СИ) согласованности, который соответствует матрице со случайными суждениями, выбранными из шкалы 1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, при условии равной вероятности выбора любого из приведённых чисел.

Значение ОС меньше или равно 0,10 считается приемлемым.

Отношение согласованности:

$$ОС = \frac{ИС}{СИ} = \frac{0,1333}{1,32} = 0,101.$$

Полученные экспертные оценки не имеют противоречий и есть согласованными, что позволяет доверять количественным оценкам, полученным на их основании.

Таблица 2

Матрица парных сравнений 7 критериев относительно цели А (*генерация тепловой энергии*)

ЦЕЛЬ А	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
К1	1	1/4	3	1/3	1/2	1/2	1/3	5.92	7	0,575	0,0645	0,988
К2	4	1	6	3	4	5	4	27.0	33	3,45	0,386	0,946
К3	1/3	1/6	1	1/3	3	3	2	9.83	12	0,855	0,0958	1,357
К4	3	1/3	3	1	3	4	3	17.33	21	1,952	0,219	1,221
К5	2	1/4	1/3	1/3	1	3	1/3	7.25	9	0,662	0,0741	1,100
К6	2	1/5	1/3	1/4	1/3	1	1/2	4.62	6	0,476	0,0534	0,987
К7	3	1/4	1/2	1/3	3	2	1	10.08	12	0,960	0,1075	1,201
Total	15,33	2,45	14,17	5,58	14,83	18,50	11,17	82,0	100	$r=8,92$		$\lambda_{\max}=7,80$

Таблица 3

Матрица парных сравнений 7 критериев относительно цели Б (*генерация электроэнергии*)

ЦЕЛЬ Б	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
К1	1	1/6	3	1/4	1/5	1/3	1/4	5,20	6	0,41	0,04	1,04
К2	6	1	6	3	4	4	3	27,00	29	3,39	0,36	0,91
К3	1/3	1/6	1	1/4	3	3	1/3	8,08	9	0,64	0,07	1,21
К4	4	1/3	4	1	2	4	2	17,33	19	1,89	0,20	1,17
К5	5	1/4	1/3	1/2	1	3	1/6	10,25	11	0,72	0,08	1,29
К6	3	1/4	1/3	1/4	1/3	1	1/5	5,37	6	0,46	0,05	1,00
К7	4	1/3	3	1/2	6	5	1	19,83	21	1,79	0,19	1,34
Total	23,3	2,5	17,67	5,75	16,53	20,3	6,95	93,07	100	$r=9,31$		$\lambda_{\max}=7,95$

Расчитываем матрицы парных сравнений альтернатив относительно критериев и приоритеты альтернатив (табл. 4 – 11).

Таблица 4

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия K1 и приоритеты альтернатив

K1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
A1	1	2	1/5	1/9	1/9	1/3	1/3	1/3	4,42	3	0,34	0,03	0,92
A2	1/2	1	1/8	1/8	1/9	1/4	1/2	1/2	3,11	2	0,29	0,02	0,85
A3	5	8	1	1/3	1/2	3	4	3	24,83	17	1,98	0,16	1,16
A4	9	8	3	1	1	4	7	8	41,00	28	3,85	0,31	0,96
A5	9	9	2	1	1	4	8	7	41,00	28	3,72	0,30	0,97
A6	3	4	1/3	1/4	1/4	1	2	3	13,83	9	1,05	0,08	1,14
A7	3	2	1/4	1/7	1/8	1/2	1	1/4	7,27	5	0,49	0,04	1,06
A8	3	2	1/3	1/8	1/7	1/3	4	1	10,93	7	0,68	0,06	1,27
									146,40	100	$r=12,41$		$\lambda_{\max}=8,33$

Таблица 5

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия K2 и приоритеты альтернатив

K2	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
A1	1	1	1/6	2	1/2	3	2	1/4	9,92	7	0,84	0,07	1,05
A2	1	1	1/6	5	1/4	3	3	1/5	13,62	9	0,88	0,07	1,28
A3	6	6	1	8	2	9	8	2	42,00	29	4,12	0,33	0,90
A4	1/2	1/5	1/8	1	1/5	2	1/3	1/9	4,47	3	0,34	0,03	0,93
A5	2	4	1/2	5	1	6	7	1/3	25,83	18	2,02	0,16	1,19
A6	1/3	1/3	1/9	1/2	1/6	1	1/4	1/8	2,82	2	0,27	0,02	0,80
A7	1/2	1/3	1/8	3	1/7	4	1	1/7	9,24	6	0,52	0,04	1,20
A8	4	5	1/2	9	3	8	7	1	37,50	26	3,33	0,27	1,12
									145,40	100	$r=12,33$		$\lambda_{\max}=8,47$

Таблица 6

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия K3 и приоритеты альтернатив

K3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
A1	1	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1	1/9	4,19	3	0,43	0,03	0,82
A2	2	1	1/2	1/2	1/2	2	3	1/9	9,61	7	0,80	0,06	1,10
A3	4	2	1	1	3	5	5	1/7	21,14	16	1,74	0,14	1,45
A4	2	2	1	1	2	3	3	1/8	14,13	11	1,32	0,10	1,27
A5	2	2	1/3	1/2	1	3	3	1/8	11,96	9	0,96	0,08	1,20
A6	3	1/2	1/5	1/3	1/3	1	2	1/9	7,48	6	0,54	0,04	1,02
A7	1	1/3	1/5	1/3	1/3	1/2	1	1/9	3,81	3	0,38	0,03	0,81
A8	9	9	7	8	8	9	9	1	60,00	45	6,43	0,51	0,94
									132,32	100	$r=12,61$		$\lambda_{\max}=8,61$

Таблица 7

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия К4 и приоритеты альтернатив

К4	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	p_j
A1	1	1	2	1	2	6	9	6	28,00	22	2,45	0,22	0,99
A2	1	1	3	2	2	8	9	4	30,00	23	2,77	0,25	0,96
A3	1/2	1/3	1	1/2	1	4	5	3	15,33	12	1,22	0,11	1,09
A4	1	1/2	2	1	2	7	8	5	26,50	21	2,21	0,20	1,10
A5	1/2	1/2	1	1/2	1	4	5	3	15,50	12	1,29	0,12	1,03
A6	1/6	1/8	1/4	1/7	1/4	1	1	1	3,93	3	0,34	0,03	0,99
A7	1/9	1/9	1/5	1/8	1/5	1	1	1/2	3,25	3	0,27	0,02	0,99
A8	1/6	1/4	1/3	1/5	1/3	1	2	1	5,28	4	0,46	0,04	0,97
									127,80	100	$r=11,00$		$\lambda_{\max}=8,12$

Таблица 8

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия К5 и приоритеты альтернатив

К5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	p_j
A1	1	1/2	1/8	1/9	1/5	1/7	1/8	1/6	2,37	2	0,21	0,02	0,76
A2	2	1	1/8	1/7	2	1/4	1/2	1/3	6,35	4	0,48	0,04	0,98
A3	8	8	1	1/2	7	6	5	5	40,50	27	3,68	0,29	1,14
A4	9	7	2	1	9	5	5	4	42,00	28	4,28	0,33	0,84
A5	5	1/2	1/7	1/9	1	1/4	1/3	1/5	7,54	5	0,40	0,03	0,98
A6	7	4	1/6	1/5	4	1	1	1/2	17,87	12	1,08	0,08	1,32
A7	8	2	1/5	1/5	3	1	1	1/2	15,90	10	0,99	0,08	1,16
A8	6	3	1/5	1/4	5	2	2	1	19,45	13	1,67	0,13	1,52
									151,98	100	$r=12,80$		$\lambda_{\max}=8,71$

Таблица 9

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия К6 и приоритеты альтернатив

К6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	p_j
A1	1	5	2	3	9	2	4	9	35,00	26	3,44	0,31	0,92
A2	1/5	1	1/3	1/2	6	1/3	1	3	12,37	9	0,82	0,07	1,13
A3	1/2	3	1	2	9	1	3	5	24,50	18	2,12	0,19	1,04
A4	1/3	2	1/2	1	9	1/2	2	4	19,33	14	1,36	0,12	1,14
A5	1/9	1/6	1/9	1/9	1	1/9	1/9	1/2	2,22	2	0,19	0,02	0,90
A6	1/2	3	1	2	9	1	2	5	23,50	17	2,01	0,18	1,02
A7	1/4	1	1/3	1/2	9	1/2	1	2	14,58	11	0,88	0,08	1,08
A8	1/9	1/3	1/5	1/4	2	1/5	1/2	1	4,59	3	0,37	0,03	0,98
									136,10	100	$r=11,19$		$\lambda_{\max}=8,20$

Таблица 10

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия К7 и приоритеты альтернатив

К7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
A1	1	1/2	1/6	1/8	1/3	1/2	2	1/9	4,74	4	0,37	0,03	1,02
A2	2	1	1/3	1/3	1	2	2	1/5	8,87	7	0,81	0,07	1,01
A3	6	3	1	1	3	5	6	1/2	25,50	20	2,31	0,20	1,04
A4	8	3	1	1	3	5	5	1/2	26,50	21	2,34	0,20	1,05
A5	3	1	1/3	1/3	1	2	3	1/5	10,87	9	0,89	0,08	1,09
A6	2	1/2	1/5	1/5	1/2	1	1	1/8	5,53	4	0,47	0,04	1,00
A7	1/2	1/2	1/6	1/5	1/3	1	1	1/9	3,81	3	0,36	0,03	0,91
A8	9	5	2	2	5	8	9	1	41,00	32	3,99	0,35	0,95
									126,81	100	$R=11,55$		$\lambda_{\max}=8,08$

Таблица 11

Матрицы парных сравнений альтернатив относительно критерия К8 и приоритеты альтернатив

К8	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ΣK_i	%	ω_i	q_{2i}	P_j
A1	1	4	2	3	9	9	9	9	46,00	37	4,46	0,38	0,96
A2	1/4	1	1/2	1	3	3	3	3	14,75	12	1,34	0,11	1,06
A3	1/2	2	1	2	6	6	6	7	30,50	24	2,72	0,23	1,08
A4	1/3	1	1/2	1	3	3	3	3	14,83	12	1,38	0,12	0,98
A5	1/9	1/3	1/6	1/3	1	1	1	1	4,94	4	0,46	0,04	0,98
A6	1/9	1/3	1/6	1/3	1	1	1	1	4,94	4	0,46	0,04	0,98
A7	1/9	1/3	1/6	1/3	1	1	1	1	4,94	4	0,46	0,04	0,98
A8	1/9	1/3	1/7	1/3	1	1	1	1	4,92	4	0,45	0,04	1,00
									125,84	100	$R=11,74$		$\lambda_{\max}=8,03$

Синтез альтернатив

Приоритет j -го элемента третьего уровня определяется как

$$q_1 = q_{311} \cdot q_{21} + q_{321} \cdot q_{22} + q_{331} \cdot q_{23} + \dots + q_{3n1} \cdot q_{2n},$$

$$q_2 = q_{312} \cdot q_{21} + q_{322} \cdot q_{22} + q_{332} \cdot q_{23} + \dots + q_{3n2} \cdot q_{2n},$$

$$q_3 = q_{313} \cdot q_{21} + q_{323} \cdot q_{22} + q_{333} \cdot q_{23} + \dots + q_{3n3} \cdot q_{2n},$$

...

$$q_n = q_{31n} \cdot q_{21} + q_{32n} \cdot q_{22} + q_{33n} \cdot q_{23} + \dots + q_{3nn} \cdot q_{2n}$$

где q_{3k} – вектор приоритетов k -й матрицы, размещенной на третьем уровне;

q_{3ki} – i -й элемент вектора приоритетов k -й матрицы суждений, размещенной на третьем уровне;

q_{2k} – k -й элемент вектора приоритетов матрицы суждений, размещенной на третьем уровне;

q_j – приоритет j -го элемента третьего уровня.

Результаты анализа технологий по группе критериев для цели А (генерация тепловой энергии) приведены в таблице 12 и на рис. 2, а для цели Б (генерация электроэнергии) – в таблице 13, рис. 3.

Таблица 12

Рейтинг энерготехнологий для цели А

q_j	%	Рейтинг
0,10	10	6
0,10	10	5
0,23	22	2
0,11	10	4
0,13	12	3
0,05	4	7
0,04	4	8
0,27	26	1

1,03 100

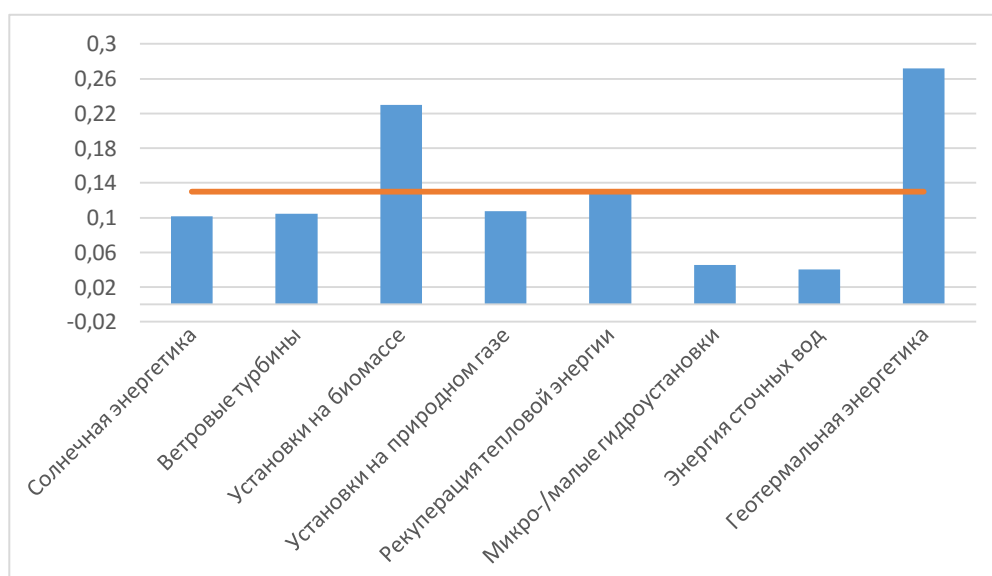


Рис. 2 Рейтинг энерготехнологий для цели А

Таблица 13

Рейтинг энерготехнологий для цели Б

q_j	%	Рейтинг
0,16	16	2
0,11	11	6
0,24	24	1
0,13	13	4
0,11	11	5
0,04	4	8
0,04	4	7
0,16	16	3

1,00 100

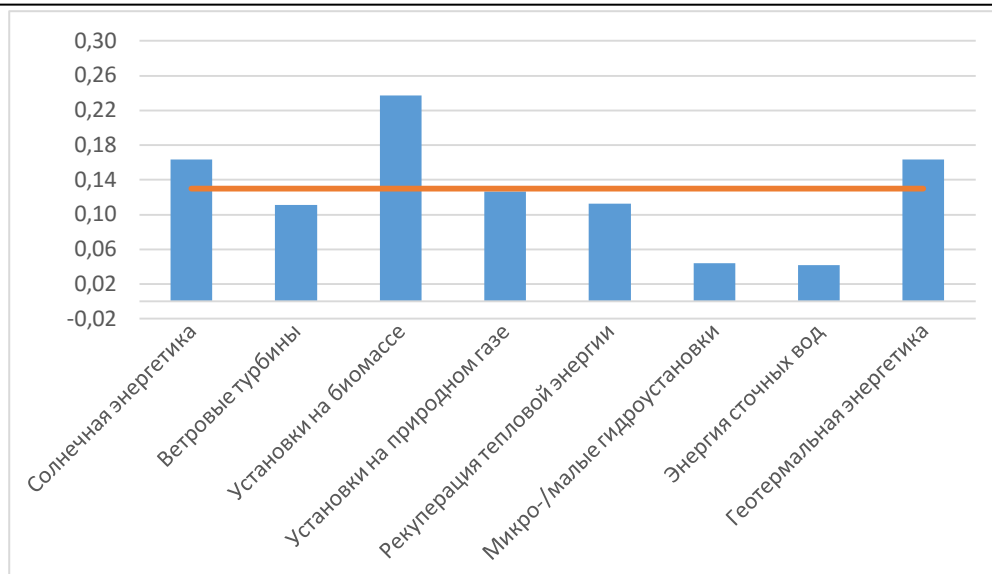


Рис. 3 Рейтинг энерготехнологий для цели Б

Выводы

Таким образом, используя количественную информацию, приведенную в паспортах энерготехнологий, а также оценки важности критериев и оценки технологий по комплексу критериев для условий республики Ирак получены следующие результаты – наиболее перспективными энерготехнологиями следует считать:

- установки на биомассе;
- геотермальную энергетику;
- солнечную энергетику;
- установки на природном газе.

Эти технологии эффективны и для цели генерации тепловой энергии, и для цели генерации электрической энергии.

Список литературы

1. Saaty T.L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary European Journal of Operational Research. 2003. Vol. 145, №1. P.85 – 91.
2. Saaty Thomas L. Theory of the Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes- Examples, Part 2.2. System research and information technologies. 2003. - №2. С.7 34.
3. Saaty Thomas L. The Analytic Network Process, Examples, Part 2.3. Системні research and information technology. 2003. №4. С.7 – 23.
4. Analytic Hierarchy Process Approach for Criteria Ранкінг of Sustainable Building Assessment: A Case Study Mathematical and Computer Modelling 46 (2007) 1071–1080
5. Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic
6. framework for technology road mapping Mathematical and Computer Modelling 46 (2007) 1071–1080
7. An Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts M.Berritella, A. Certain. Mena

УДК 621.311

А. М. Ковальчук канд. техн. наук, доцент
Ш. Ф. Абдул Разак

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ (ВІДНОВЛЮВАНИХ ТА ТРАДИЦІЙНИХ) ДЛЯ УМОВ РЕСПУБЛІКИ ІРАК

У статті зроблено спробу застосувати метод аналізу ієрархії для виявлення найбільш перспективних енерготехнологій генерування теплової та електричної енергії для умов республіки Ірак. Для аналізу взяті всі основні енерготехнології і комплекс із семи критеріїв. Математичний апарат методу дає можливість визначити рівень перспективності, опираючись на паспортні дані енерготехнології та експертні оцінки фахівців.

Ключові слова: метод аналізу ієрархії; розосереджена генерація; пріоритет енерготехнологій.

A. Kovalchuk, Shafeek F. Abdul Razak

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

**EFFICIENT USE OF THE DISTRIBUTED GENERATION (RENEWABLE AND TRADITIONAL)
FOR THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF IRAQ**

The article attempts to use the method of analytic hierarchy process to determine the most promising energy technologies generate heat and electricity for the conditions of the Republic of Iraq. For the analysis taken eight major energy technologies and a complex of seven criteria. The mathematical apparatus of the method makes it possible to determine the level of prospects based on the passport data of energy technologies and expert judgments.

Keywords: method of analysis ierarhy; distributed generation; priority energy technologies

1. Saaty T.L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary European Journal of Operational Research. 2003. Vol.145, №1. P.85 – 91.
2. Saaty Thomas L. Theory of the Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes- Examples, Part 2.2. System research and information technologies. 2003. - №2. C.7 34.
3. Saaty Thomas L. The Analytic Network Process, Examples, Part 2.3. Системні research and information technology. 2003. №4. C.7 – 23.
4. Analytic Hierarchy Process Approach for Criteria Ранкінг of Sustainable Building Assessment: A Case Study Mathematical and Computer Modelling 46 (2007) 1071–1080
5. Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic
6. framework for technology road mapping Mathematical and Computer Modelling 46 (2007) 1071–1080
7. An Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts M.Berritella, A. Certain. Mena

Надійшла 23.04.2015

Received 23.04.2015

УДК 621.331.3.025.1

Д. О. Босий, канд. техн. наук, доцент

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ ТЯГОВИХ
ПІДСТАНЦІЙ ЗМІННОГО СТРУМУ В УМОВАХ ТРАНЗИТНИХ
ПЕРЕТІКАНЬ ПОТУЖНОСТІ**

В статті розглядається явище виникнення вирівнювальних струмів в тяговій мережі змінного струму при відхиленнях кута зсуву фаз однойменних напруг суміжних тягових підстанцій, що паралельно живлять міжпідстанційну зону. На підставі результатів експериментальних досліджень тягової підстанції Одеської залізниці досліджується вплив пристроїв поздовжньої та поперечної компенсації реактивної потужності на характеристики вирівнювальних струмів. Запропонована методика визначення параметрів поздовжньої компенсації реактивної потужності у відсмоктуючому фідері для переведення проблеми транзитних перетікань у реактивну площину з подальшим застосуванням пристроїв поперечної компенсації.

Ключові слова: електрична тяга, змінний струм, тягова підстанція, паралельна робота, транзит потужності, вирівнювальний струм.

Вступ

Електрифіковані залізниці змінного струму є досить специфічним споживачем електричної енергії. Окрім того, що електротягове навантаження є несиметричним та нелінійним споживачем зі змінним у часі та просторі навантаженням, мають місце істотні відмінності від інших споживачів. Ці відмінності полягають у тому, що електрифікована залізниця є розосередженим приймачем електроенергії та її живлення апіорі неможливе від одного вузла енергосистеми.