

УДК 65.011.12

М.Ю. Кирьянова, Б.М. Воробьев

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРЕДИНВЕСТИЦИОННЫХ УГЛЕЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ПРОЕКТОВ МЕТОДОМ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО
МНОГОЦЕЛЕВОГО АНАЛИЗА В КОНТЕКСТЕ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Семинар № 6

Энергетическая политика России в условиях изменяющейся геополитической среды и углубляющейся глобализации должна основываться на экономически эффективных, экологически чистых и энергосберегающих инновационных технологиях, обеспечивающих *устойчивое развитие (Sustainable development)*. Главная цель/характеристика *устойчивого развития* двуединая: - Обеспечение потребностей нынешнего поколения без ущерба для будущих поколений с минимальными энергозатратами; - Создание условий для максимально возможной охраны окружающей среды в процессе материального производства [1]. Устойчивое развитие подразумевает инновационные решения – процессы, системы, комплексы, технологии, обеспечивающие эквilibrium между потребностями человечества и возможностями природы. Путем внедрения таких инновационных решений, гарантирующих устойчивое развитие совершенствуется наша способность создавать качественно более высокий жизненный уровень с одновременным снижением вредного экологического воздействия на природную среду вообще, и на использование природных энергоресурсов, в частности, по

крайней мере не превышающих возможности нашей планеты.

Устойчивое развитие – это усиленная способность нахождения технических решений, позволяющих сократить отходы и вредные выбросы в процессе горно-энергетического цикла, с одновременным повышением экономической эффективности, удовлетворяя потребности общества; в конечном счете – это получение большего, из того, что мы перерабатываем, с минимальными энергозатратами.

Применительно к горно-энергетическим проектам, устойчивое развитие позволяет максимизировать эффективность использования ресурсов, т.е. обеспечить ресурсосбережение во всем его многообразии при одновременном обеспечении действенной охраны окружающей среды, что достигается при комплексном использовании горючих полезных ископаемых с минимальными потерями полезного ископаемого в недрах и в процессе обогащения, с использованием отходов производства (шламы углеобогачительных фабрик, сера и др.), а также достижение максимально высокого электрического КПД в процессе электрогенерирования. Существующие традиционные технологии углеэнер-

гетики (способы производства и использования энергии) все более входят в противоречие с требованиями *устойчивого развития (Sustainable development)*. Вместе с тем, степень достижения устойчивого развития угле-энергетических систем, определяется, прежде всего, их энергоресурсной, эффективностью. Поэтому проблемы устойчивого развития энергетики вообще, и инновационных технологий в частности, являются актуальными.

Таким образом, “Устойчивость проекта” может применяться как интегральная многомерная по своей природе категория, позволяющая комплексно оценить его технико-технологическую, природно-экологическую, социо-экономическую, а также экономическую эффективность. Так как современные интегрированные горно-энергетические комплексы представляют сложные многокомпонентные системы, то естественно возникла потребность в определенном интегральном критерии, полно и комплексно характеризующим устойчивость горно-энергетических проектов, т.е. в едином измерителе меры устойчивости, отражающем технико-технологические, природоохранные/экологические, социо-экономические и чисто экономические аспекты.

При существующей практике такая оценка проводится по каждой целевой сфере изолированно и независимо по соответствующим специализированным методикам. Так, например, *экономическая эффективность*, оцениваемая по стандартной международной методике (Срок окупаемости, Чистый дисконтированный доход, Внутренняя норма прибыли и др.), не может адекватно характеризовать устойчивость проекта, так как экономический эффект определен только с позиций коммерческих интересов ин-

вестора, тогда как устойчивость определяется с позиций удовлетворения многоаспектных интересов общества, настоящих и будущих поколений.

Социо-экологическая эффективность проектов обычно оценивается в виде позитивных или негативных экономических и экологических последствий реализации проекта. Однако экономическая оценка в денежной форме таких последствий в социальной и экологической сфере представляется проблематичной. Поэтому оценка экологической эффективности таких проектов проводится методами экологической экспертизы, в процессе которой устанавливается соответствие социально-экологических характеристик – параметров проекта – установленным предельно допустимыми нормативам и стандартам.

Энергетическая эффективность проектов, как правило, определяется только по электрическому коэффициенту полезного действия тепловой электростанции, что не может полностью характеризовать устойчивость всего горно-энергетического комплекса.

Хотя понятие *устойчивости*, применительно к сложным горно-энергетическим системам становится все более привычным, методические подходы, позволяющие количественно оценить по единому комплексному – интегральному показателю их устойчивость, а следовательно, и многомерную их эффективность, пока находятся в стадии разработки. Один из таких методов и рассматривается ниже.

Преинвестиционный проект – “Угле-Газ-Электричество” на стадии концептуальной разработки – это сложная, многомерная многокомпонентная многоцелевая система, оценка эффективности которой должна производиться по *технико-технологической, природно-экологической,*

социо-экономической и экономической сферам. Выделенные основные целевые сферы в совокупности и определяют *устойчивость проекта*. Степень достижения устойчивого развития таких систем и определяет их эффективность. По мере усложнения структуры и агрегирования горно-энергетических проектов, особенно на стадии их концептуального проектирования, возникает острая необходимость в разработке методов комплексной оценки их эффективности путем измерения степени достижения их устойчивости.

Структурно такой горно-энергетический проект состоит из цепи последовательно выполняемых конверсионных процессов, разнородных по характеру, но взаимосвязанных и строго технологически взаимообусловленных. Тем не менее, эффективность должна оцениваться как по каждому процессу, по каждой целевой сфере, так и по системе в целом, по единому показателю - критерию эффективности. При этом, в любом случае, речь идет о сравнительной оценке такой эффективности для множества альтернативных решений в рамках проекта. Оценивая эффективность такой сложной системы по тому или иному показателю – критерию, следует учитывать *синергизм*, означающий совместное действие нескольких факторов в одном и том же направлении, причем суммарный совместный эффект больше, чем арифметическая сумма эффектов, полученных при изолированном и независимом воздействии факторов. В этом случае мера или показатель-критерий эффективности разнообразны по своей природе и разнонаправлены, поэтому в общем случае приходится решать многокритериальную задачу в условиях неопределенности, довольствуясь получением не строго опти-

мального в математическом смысле, а условно-оптимального – субоптимального или квазиоптимального решения. Методы решения таких задач разнообразны. Нами предлагается решение таких задач производить с применением Мультипликативного Многоцелевого Анализа [2]

В рамках этого метода предусматривается выделение: *технико-технологической, природно-экологической, социо-экономической и экономической целевых сфер* (рис. 1), по которым и производится сначала обособленная, внутри каждой целевой сферы, а затем и комплексная оценка эффективности всего проекта по критерию его устойчивости. Совокупный (кумулятивный) эффект по выделенным основным целевым сферам и определяет устойчивость прединвестиционных проектов.

В качестве глобальной цели (комплексного критерия эффективности) высшего уровня принимается устойчивость проекта в целом, в том смысле, как это было определено выше. Степень достижения этой цели определяется величиной *комплексного кумулятивного интегрального показателя*, на основе которого альтернативные варианты проекта, не только ранжируются, но и устанавливается количественная мера предпочтительности одной альтернативы по сравнению с другой.

Критерий – оценка эффективности проекта учитывает совместное воздействие основных попроцессорных факторов-индикаторов по всем целевым и подцелевым сферам. Каждому индикатору присваивается оценка по каждой альтернативе.

Таким образом, методология оценки устойчивости проекта основывается на совместном учете всех наиболее существенных факторов-индикаторов, представляющих компоненты подце-



Рис. 1. Целевые сферы, определяющие устойчивость горно-энергетического проекта

левых и целевых сфер, чего нельзя достигнуть при независимой автономной оценке влияния факторов-индикаторов. Целевые сферы (ЦС) выделяются в процессе идентификации воздействий (вредных и полезных), которые подразделяются на подцелевые сферы (ПЦС). В свою очередь, каждая подцелевая сфера определяется обычно множеством факторов-индикаторов (ИНД), рис. 3. Данная иерархическая структура – это по существу дерево целей с четырьмя уровнями; именно на этой платформе и реализуется метод ММА.

Следует заметить, что между целевыми сферами существует определенная зависимость, выражающаяся в наличии общих, попарно принадлежащих аспектов, что графически и показано на рис. 1, а также в таблице – матрице (табл. 1).

Действительно, экономическая целевая сфера IV имеет много общих

подцелей и факторов-индикаторов с социо-экономической сферой III, аналогичные отношения существуют и между остальными выделенными основными целевыми сферами.

Эффективность проекта определяется сначала по целевым сферам $\mathcal{E}_{\text{эф}}^I$ независимо. Эти составляющие эффективности связаны между собой таким образом, что каждая целевая сфера имеет общую по парную связь, т.е. целевые сферы имеют по парные пересечения

$$\mathcal{E}_{\text{эф}}^1 \cap \mathcal{E}_{\text{эф}}^2 \cap \mathcal{E}_{\text{эф}}^3 \cap \mathcal{E}_{\text{эф}}^4,$$

где $\mathcal{E}_{\text{эф}}^1, \mathcal{E}_{\text{эф}}^2, \mathcal{E}_{\text{эф}}^3, \mathcal{E}_{\text{эф}}^4$ – частные показатели эффективности по целевым сферам 1, 2, 3, и 4 соответственно; \cap – символ, означающий попарное пересечение, т.е. наличие общей области у пары целевых сфер.

Реализация этой методики состоит в выполнении следующих этапов:

Начальный предрасчетный этап – Формирование возможных альтер-

Таблица 1

Матрица пересечения целевых сфер

	I Сфера	II Сфера	III Сфера	IV Сфера
I Сфера		X	X	X
II Сфера	X		X	X
III Сфера	X	X		X
IV Сфера	X	X	X	

Примечание: “X” – Пересечение сфер

нативных решений реализации проекта в процессе концептуального проектирования.

1-й этап – Идентификация воздействий/последствий (вредных или полезных), учитываемых при оценке устойчивости проекта.

2-й этап – Определение количественной меры воздействия/последствия (вредного или полезного) для каждой альтернативы по каждому воздействию изолированно, независимо друг от друга;

3-й этап – Количественная оценка комплексного-кумулятивного (син-энергетического) воздействия по каждой альтернативе и сравнение этих оценок для формирования предпочтительного реестра - списка альтернатив внутри каждой целевой сферы, по каждой подцелевой сфере и по каждому фактору-индикатору для каждой сравниваемой альтернативы;

4-й этап - Сравнение альтернатив по этой комплексной оценке и выбор наилучшей для дальнейшей разработки в рамках демонстрационного проекта.

Результатом 1-го и 2-го этапов является формирование упорядоченного списка – ведомости ММА с указанием потенциальных воздействий, систематизированных в строго иерархическом порядке по целевым сферам, по подцелевым сферам вплоть до каждого фактора-индикатора.

Метод ММА позволяет осуществлять сравнительную оценку эффективности различных альтернативных решений в рамках инновационного концептуального прединвестиционного проекта, и в частности позволяет сравнить инновационный вариант с традиционным по всем показателям, определяющим устойчивость проекта обособленно на каждом уровне и комплексно по проекту в целом.

Строго говоря, метод ММА представляет собой формализованную процедуру *сравнения* альтернативных решений и выбора наилучшего из множества, назначенных альтернатив по *комплексному мультипликативному интегральному критерию*, определяющему эффективность – устойчивость проекта. Критерий эффективности проекта - это признак, по которому производится оценка, сравнение альтернативных прединвестиционных проектов. В данном случае *устойчивость проекта принята в качестве комплексного интегрального критерия эффективности*. Разнообразный характер и интенсивность воздействий в рамках проекта с одной стороны делает интегральную оценку эффективности совершенно необходимой, а с другой стороны - весьма затруднительной при практической оценке совместного кумулятивного эффекта.

Интегральный, комплексный критерий эффективности носит количественный характер, что позволяет любой качественный признак, выражаемый соотношением “лучше-хуже” переводить в количественно определенное “больше-меньше”. На основе порядковых критериев можно *ранжировать* альтернативы по мере их эффективности, т.е. лишь устанавливать, что одна альтернатива лучше или хуже другой, но при этом остается не ясным насколько именно. Механизм расчета оценок эффективности по методу ММА предусматривает не только ранжирование альтернатив по уровню их эффективности, но и – процедуру *масштабирования (нормирования)*, т.е. установления количественной нормы различия эффективности ранжированных альтернатив.

Порядок и последовательность процедур Мультипликативного Многоцелевого Анализа устойчивости



Рис. 2. Иерархическая структура механизма комплексной оценки эффективности проекта

горно-энергетических проектов показаны на блок-схеме (рис. 4).

Выделенные основные целевые сферы в совокупности и определяют устойчивость проекта. В рамках такой схемы и разработана методология оценки устойчивости горно-энергетических проектов, на основе Мультипликативного Многоцелевого Анализа (ММА) [3]. Внутри каждой целевой сферы выделяются соответствующие подцелевые сферы, характеризующие целевую сферу в целом. Например, внутри целевой экологической сферы выделяются следующие

подцели: качество воздушной среды, качество воды и почвы и др. Естественно, влияние каждой целевой и подцелевой сферы, а также фактора-индикатора на устойчивость проекта неодинаково, что и отражается в присвоении им соответствующих весов, указывающих их важность. Для взвешивания применяется шкала 1–5; чем более важен фактор - индикатор, тем выше его вес. Аналогичный порядок взвешивания распространяется и на подцелевые и целевые сферы. Таким образом, осуществляется взвешивание целей, при котором каждой из

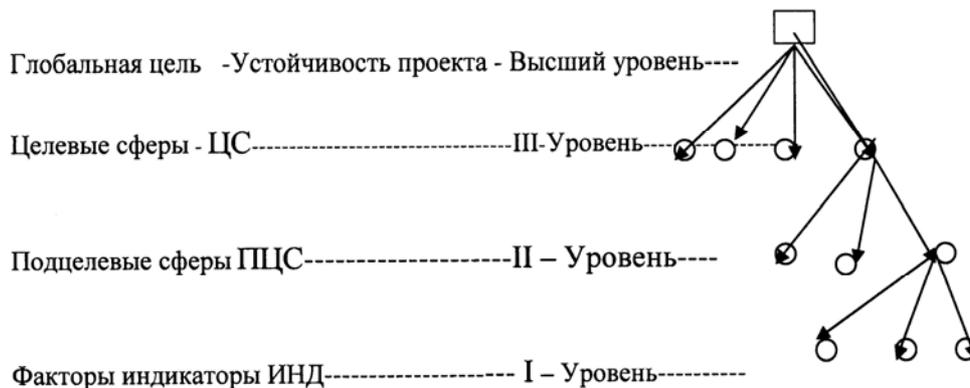


Рис. 3. Дерево целей к методу ММА

целей определенного уровня приписывается вес, показывающий относительную значимость данной цели по сравнению с другими. Обычно взвешивание, т.е. присвоение весов, производится по 5-ти ступенчатой шкале:

- “Низкий” - 1;
- “Достаточно низкий” - 2;
- “Умеренный” - 3;
- “Достаточно высокий” - 4;
- “Высокий” - 5.

Таким образом, наиболее важной цели присваивается вес 5.

Ранжирование это – самый простой метод расстановки альтернатив по степени их предпочтения, при котором не указывается количественной меры их различия.

Все факторы – индикаторы в пределах одной подцелевой сферы нормируются по отношению к весу данной подцелевой сферы. Подобным образом, все подцелевые сферы в рамках одной целевой сферы нормируются по отношению к весу, присвоенному этой целевой сфере. Удельные веса определяются на основе экспертных оценок. Затем создается шкала предпочтений для ранжированных альтернатив, содержащая 9

градаций, позволяющих оценить комплексное воздействие всех индикаторов, подцелевых и целевых сфер на устойчивость проекта, т.е. оценить эффективность проекта по комплексному интегральному показателю устойчивости проекта.

Тогда общий вид модели трехуровневой оптимизации устойчивости горно-энергетических проектов для альтернативы “А” примет вид:

$$E_{\text{интегр А}} = (W_i S_{iA}) + (W_{ij} S_{ijA}) + (W_{ijk} S_{ijkA}) / \sum W_{i \max},$$

где $E_{\text{интегр А}}$ - интегральный многоцелевой показатель эффективности горно-энергетического проекта для альтернативы “А”; S_{iA} - базовая цена i -й целевой сферы для альтернативы “А”; W_i - вес i -й целевой сферы I ; W_j - вес j -й подцелевой сферы i -й целевой сферы; S_{ij} - базовая цена j -й подцелевой сферы i -й целевой сферы; W_{ijk} - вес k -го фактора-индикатора j -ой подцелевой сферы i -й целевой сферы; S_{ijk} - базовая цена k -го фактора-индикатора j -й подцелевой сферы i -й целевой сферы; $i = 1, 2, \dots, m$; количество целевых сфер; $j = 1, 2, \dots, n$; количество подцелевых сфер; $k = 1, 2, \dots, p$; количество факторов-индикаторов.

Таблица 2
Фрагмент схемы расчета балльных оценок по методу МАА

Целевая сфера, Ц ₁	Вес целевой сферы, Ц ₁ W _i	Под-целевая сфера ПЦС _{1,1}	Вес под-целевой сферы, ПЦС _{1,1} W _i	Индикатор, ИНД	Вес индикатора W _i	Альтернативы	
						А	В
						Скалярная базовая цена, S _i	
Технико-технологическая	3	Дренаж подземных вод	5	Производительность ИНД _{1,1,1}	W _{i,1,1} 5	5	3
				Надежность ИНД _{1,1,2}	W _{i,1,2} 1	9	7
				Ремонтопригодность ИНД _{1,1,3}	W _{i,1,3} 2	9	3
Балльная оценка подцелевой сферы ПЦС_{1,1} В_{jA} и В_{jB}						6,5	3,5

Таблица 3
Расчет балльных оценок по всем уровням ПЦС
(I уровень)

Целевая сфера, ЦС, вес целевой сферы, W _{цс}	Подцелевая сфера, ПЦС, вес подцелевой сферы, W _{пцс}	Индикатор, ИНД, вес индикатора W _{инд}	Скалярное значение цены S _i	
			Углегаз-Электричество (Альтернатива «А») S _{1,а}	Пылеугольная ТЭС (Альтернатива «В»), S _{1,в}
ЦС-I W _{цс} = 3	ПЦС _{1,1} W = 5	ИНД _{1,1,1} W = 5	5	3
		ИНД _{1,1,2} W = 1	9	7
		ИНД _{1,1,3} W = 2	9	3
	Балльная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ПЦС _{1,1}		6,5	3,5
	ПЦС _{1,2} W = 3	ИНД _{1,2,1} W = 2	3	2
		ИНД _{1,2,2} W = 5	9	4
Балльная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ПЦС _{1,2}		7,3	3,4	
ЦС-II	ПЦС _{2,1} W = 5	ИНД _{2,1,1} W = 3	4	3
		ИНД _{2,1,2} W = 5	8	4

$W_{\text{ис}} = 5$	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{2,1}		6,5	3,6
	ППС _{2,2} W = 4	ИНД _{2,2,1} W = 3	7	2
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{2,2}		7	2
	ППС _{2,3} W = 5	ИНД _{2,3,1} W = 2	3	2
		ИНД _{2,3,2} W = 5	5	4
Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{2,3}		4,4	3,4	
ЦС-III	ППС _{3,1} W = 5	ИНД _{3,1,1} W = 4	3	1
		ИНД _{3,1,2} W = 1	4	2
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{3,1}		3,2	1,2
	ППС _{3,2} W = 3	ИНД _{3,2,1} W = 5	6	4
		ИНД _{3,2,2} W = 3	2	1
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{3,2}		4,5	2,9
$W_{\text{ис}} = 3$	ППС _{3,3} W = 2	ИНД _{3,3,1} W = 2	5	3
		ИНД _{3,3,2} W = 1	2	1
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{3,3}		4,0	2,3
ЦС-IV	ППС _{4,1} W = 3	ИНД _{4,1,1} W = 1	5	2
		ИНД _{4,1,2} W = 2	4	1
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{4,1}		4,2	1,2
	ППС _{4,2} W = 2	ИНД _{4,2,1} W = 1	7	4
		ИНД _{4,2,2} W = 3	6	3
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{4,2}		6,2	3,2
$W_{\text{ис}} = 2$	ППС _{4,3} W = 4	ИНД _{4,3,1} W = 5	9,0	2,0
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{4,3}		9,0	2,0
	ППС _{4,4} W = 4	ИНД _{4,4,1} W = 5	8,0	6,0
	Бальная оценка по всем взвешенным индикаторам подцелевой сферы ППС _{4,4}		8,0	6,0

Бальная оценка для альтернативы "А" подцелевой сферы "Улавливание грунтовых вод" технико-технологической целевой сферы определится из выражения

$$B_{jA} = \sum (W_i S_{i,A}) / \sum W_i,$$

где B_{jA} – Бальная оценка j-й подцелевой сферы для альтернативы "А"; W_i – Вес фактора- индикатора i ; $S_{i,A}$ – Скалярная базовая цена фактора- индикатора i для альтернативы "А"; B_{jB} – бальная оценка подцелевой сферы i для альтернативы "В".

Пример расчета B_{jA} балльной оценки подцелевой сферы ППС_{1,1} для альтернативы "А"

$$B_{jA} = (S_{iA} \cdot W, i_{1,1}) + (S_{iA} \cdot W, i_{1,2}) + (S_{iA} \cdot W, i_{1,3}) / (W, i_{1,1} + W, i_{1,2} + W, i_{1,3}).$$

$$B_{jA} = (5 \times 5) + (1 \times 9) + (2 \times 9) / 5 + 1 + 2 = 6,5.$$

Тоже для альтернативы "В"

$$B_{jB} = (5 \times 3) + (1 \times 7) + (2 \times 3) / 5 + 1 + 2 = 3,5.$$

Таким образом реализуется трехуровневая оценка устойчивости горно-энергетических проектов (см. рис. 3):

III Глобальный уровень целевых сфер/комплексной оценки эффективности/устойчивости проекта (табл. 5);

II уровень целевых сфер/ подцелевых сфер (табл. 4);

I уровень подцелевых сфер/ факторов-индикаторов (табл. 3).

Аналогичным образом рассчитываются балльные оценки на всех выделенных уровнях от I-го до III уровня.

Графическая интерпретация метода Мультипликативного Многоцелевого Анализа представлена на круговой диаграмме (рис. 5). Здесь видна трехуровневая иерархическая структура (три концентрических пояса целевых сфер, подцелевых сфер и индикаторов) и степень важности факторов-индикаторов (масштабированный угол).

Метод Мультипликативного Многоцелевого Анализа по сути можно

отнести к методам *Эвристического программирования* в противоположность методам экономико-математическим. Методы Эвристического программирования оказываются особенно полезными при анализе сложных многокомпонентных и многоаспектных систем, требующих многокритериальной оценки в условиях неопределенности. К таким системам относятся чаще всего прединвестиционные проекты вообще и прединвестиционные проекты угле-газ энергетических комплексов в частности. Более того, многоаспектный и многоцелевой характер таких проектов, эффективность которых предлагается оценивать мерой устойчивости, не ограничивается определением только их экономической эффективности.

Ключевым моментом такого многоцелевого анализа является построение трехуровневого дерева целей и нормирование целей каждого уровня, т.е. определение значимости целей, подцелей и индикаторов - удельных весов, показывающих относительную значимость данной цели по сравнению с другими, ведущими к достижению той же цели более высокого уровня. Удельные веса определяются на основе экспертных оценок.

Расчет балльных оценок начинается с I-го уровня (табл. 3). Балльные оценки I-го уровня вводятся в расчетную таблицу II-го уровня (табл. 4); балльные оценки II-го уровня используются для расчета комплексной оценки эффективности/устойчивости прединвестиционного проекта по принятым к сравнению альтернативам (табл. 5).

Таким образом, комплексная балльная оценка для альтернативы "А" почти в два раза превышает таковую для альтернативы "В". Это означает, что Комплекс Углегаз-Электричество с внутрицикловой газификацией угля

Таблица 4

Расчет бальных оценок по целевым сферам, взвешенным по степени их относительной важности
(Уровень II)

Целевые сферы, ЦС, W_{wc}	Подцелевые сферы, ПЦС, $W_{пцс}$	Комплекс Углегаз- Электричество (Альтер- натива "А")	Пылеугольная ТЭС (Альтернатива "В")
		Бальные оценки целевых сфер, взвешенные по степени их относительной важности	
ЦС- I, Техничко- технологическая $W_{wc} = 3$	ПЦС _{I,1} $W_{пцс}=5$	6,5	3,5
	ПЦС _{I,2} $W_{пцс}=3$	7,3	3,4
Комплексная бальная оценка по ЦС- I		6,8	3,4
ЦС- II, Экологиче- ская $W_{wc} = 5$	ПЦС _{II,1} $W_{пцс}=5$	6,5	3,6
	ПЦС _{II,2} $W_{пцс}=4$	7,0	2,0
	ПЦС _{II,3} $W_{пцс}=5$	4,4	3,4
Комплексная бальная оценка по ЦС- II		5,9	3,0
ЦС-III, Социо- экономическая, $W_{wc} = 3$	ПЦС _{III,1} $W_{пцс}=5$	3,2	1,2
	ПЦС _{III,2} $W_{пцс}=3$	4,5	2,9
	ПЦС _{III,3} $W_{пцс}=2$	4,0	2,3
Комплексная бальная оценка по ЦС- III		3,75	1,93
ЦС- IV, Экономиче- ская, $W_{wc} = 2$	ПЦС _{IV,1} $W_{пцс}=3$	4,2	1,2
	ПЦС _{IV,2} $W_{пцс}=2$	6,2	3,2
	ПЦС _{IV,3} $W_{пцс}=4$	9,0	2,0
	ПЦС _{IV,4} $W_{пцс}=4$	8,0	6,0
Комплексная бальная оценка по ЦС-IV		7,1	3,2

Таблица 5

Расчет комплексной интегральной бальной оценки по методу МАА
(Уровень III)

Целевые сферы	Вес целевой сферы, W	Комплекс Углегаз- Электричество (Альтернатива "А")	Пылеугольная ТЭС (Альтернатива "В")
		Бальные оценки целевых сфер, взвешенные по степени их относительной важности	
ЦС- I, Техничко- технологическая	3	5,8	2,9
ЦС- II, Экологиче- ская	5	4,2	2,0
ЦС- III, Социо- экономическая	3	3,75	1,93
ЦС- IV, Экономиче- ская	2	7,1	3,2
Комплексная бальная оценка по методу МАА		4,9	2,4

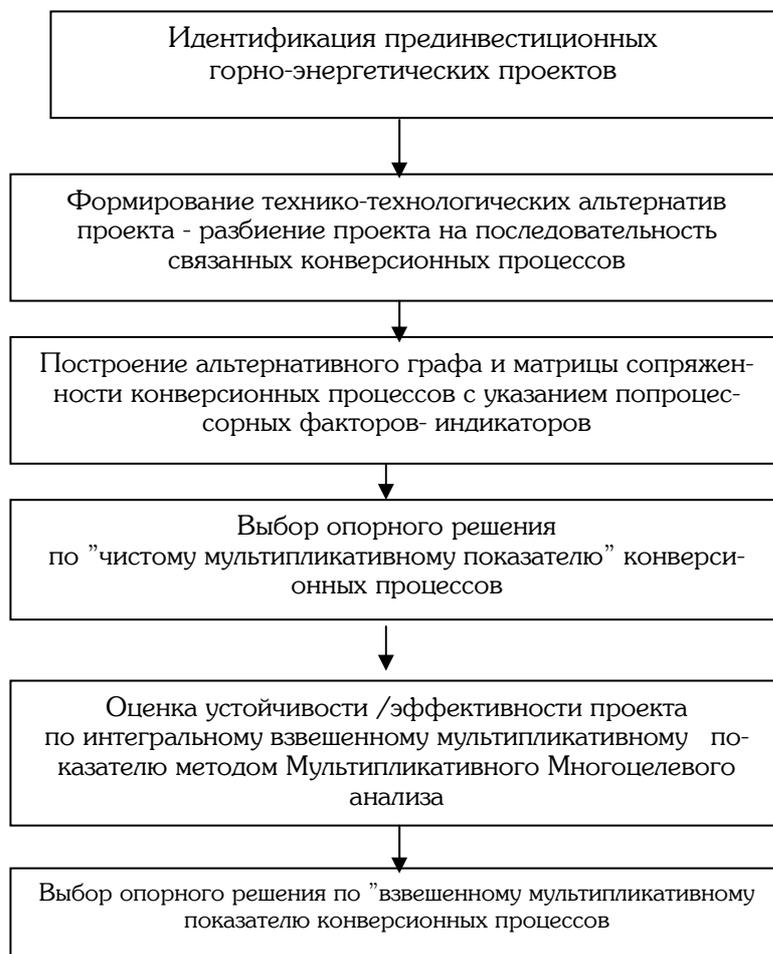


Рис. 4. Механизм оценки устойчивости/эффективности горно-энергетических проектов

и генерированием электроэнергии по комбинированному циклу более эффективен, т.е. обладает большей устойчивостью в технико-технологическом, экологическом, социо-экономическом и экономическом отношении по сравнению с вариантом традиционной пылеугольной ТЭС.

Заключение

Многочисленные аналитические исследования и промышленные экспе-

рименты определенно указывают на более высокую эколого-социальную, энергетическую и экономическую эффективность полностью интегрированных горно-энергетических комплексов на базе внутрицикловой углегазификации с использованием парогазотурбинных электрогенерирующих установок комбинированного цикла по сравнению с традиционными пылеугольными ТЭС.

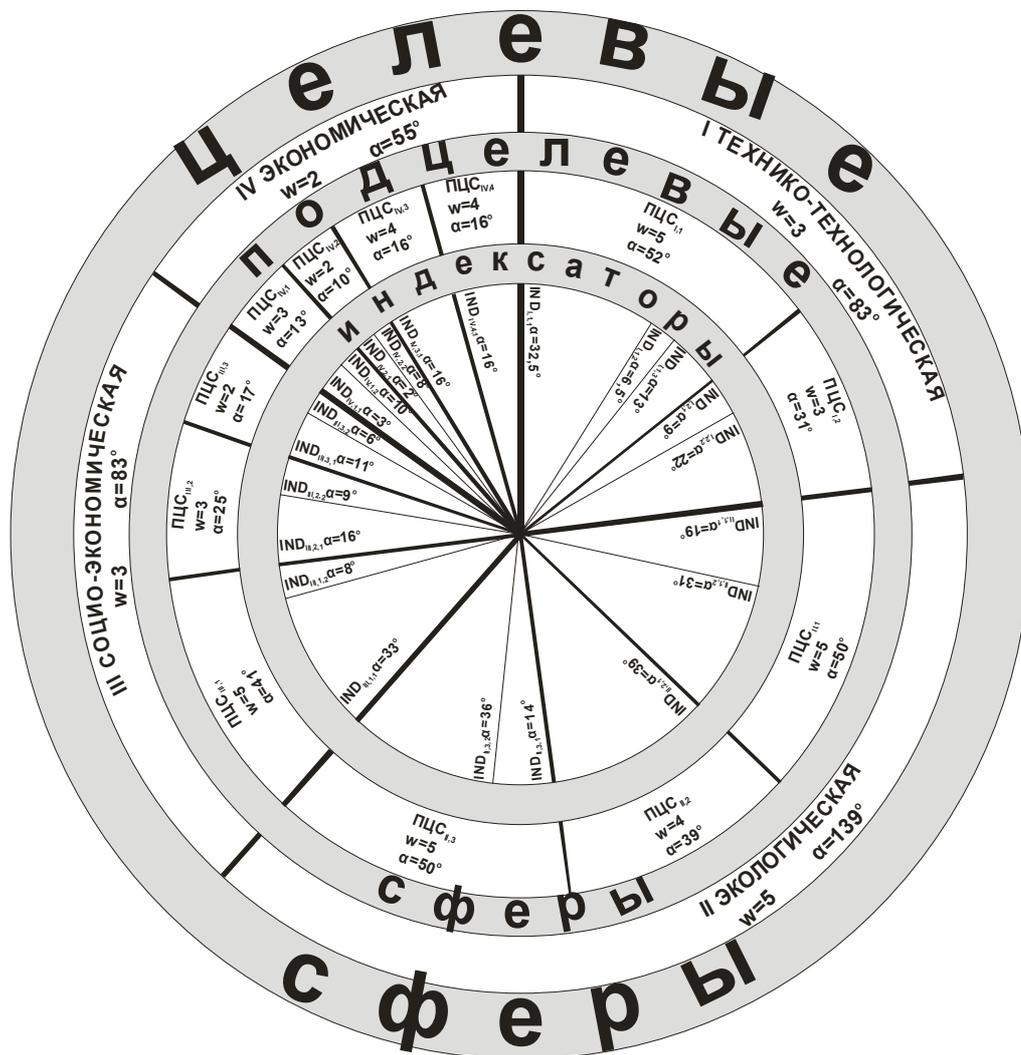


Рис. 5

Можно ожидать, что на ближайшие 2-3 десятилетия такие интегрированные горно-энергетические комплексы будут составлять основу российской энергетики. В более отдаленной перспективе переход к водородной экономике вообще, и к угольно-водородной энергетике в частно-

сти позволит существенно повысить экономическую эффективность энергетического сектора, при одновременном сокращении выбросов в атмосферу парниковых газов и особенно диоксида углерода (CO₂), что позволит внести реальный осязаемый вклад в решение гиперпроблемы ста-

билизации глобального экологического эквilibриума.

В настоящее время вполне осознаны и четко определены принципы устойчивого развития, подразумевающие социально-экономическую, технико-технологическую и экологиче-

скую эффективность, на основе которых выстраивается глобальная и региональная стратегия энергетической безопасности в целом, и структурная конфигурация горно-энергетических систем в частности. **ГИАЗ**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sustainable Development*. Report on the work of the United Nations Organization. New York . USA, 2006.

2. *Robertson A. and Shaw S.S.* Use of the multiple – accounts – analysis process for sustainability optimization. *Mining Engineering*, August 2006.

Коротко об авторах

Кирьянова М.Ю. – аспирант,
Воробьев Б.М. – профессор,
Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 6 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР РАН			
ИНДЫЛО Сергей Васильевич	Разработка методики прогноза выбросоопасности и управления газодинамическим режимом призабойного массива при проведении подготовительных выработок	25.00.20	к.т.н.