

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЭК ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Существующая система управления топливно-энергетическим комплексом страны и ее регионов формировалась спонтанно, действовала преимущественно в интересах отдельных групп влияния и является несовершенной. Применение традиционных методов исследования слабоструктурированных систем, к которым следует отнести систему воздействия внешних и внутренних факторов на развитие регионального топливно-энергетического комплекса, представляется не всегда возможным или обоснованным. Сами элементы системы коррелируют друг с другом, их взаимодействие неоднозначно, разнонаправлено, периодически усиливается, или идет на спад, количественная и качественная оценка множества параметров носит субъективный и противоречивый характер – все эти причины обусловили необходимость когнитивного моделирования развития регионального ТЭК под воздействием государственного регулирования.

Исследование причинно-следственных связей когнитивной модели впервые было осуществлено в конце 1970-х гг. в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» Вестером и Хеслером, а впоследствии данный методологический инструмент был адаптирован и применен в исследованиях социально-экономических систем [1]. Выбор анализа чувствительности в качестве инструмента оценки параметров модели объясняется его полезностью с точки зрения осуществления моделирования и сценарного развития ситуации. «Сценарий – это совокупность тенденций, характеризующих ситуацию в настоящий момент, желаемых целей развития, комплекса мероприятий, воздействующих на развитие ситуации и системы наблюдения (индикации) параметров (факторов), иллюстрирующих поведение процессов» [2, с.143]. В модели процессов должна присутствовать динамика, но «при моделировании разными типами графов время может не иметь смысла времени, а отражать только последовательность изменений состояний» [2, с.151].

Когнитивные технологии не применялись ранее в исследовании процессов функционирования и развития топливно-энергетических комплексов, не выделены и не систематизированы основные целевые элементы, индикаторы и элементы, управляющими процессами в ТЭК.

Цель исследования - разработать когнитивную модель развития регионального ТЭК под воздействием различных форм и методов государственного регулирования.

Систематизация элементов государственного воздействия, анализ специфики энергобизнеса и учет рекреационной направленности крымского региона позволили выделить ряд целевых факторов, индикаторов и управляющих элементов системы развития и эффективного функционирования ТЭК (табл. 1). Исследование причинно-следственных связей внутри системы, осуществленное в рамках когнитивных технологий (рис.1) и математической теории графов дает возможность выявить наиболее действенные механизмы изменения состояния системы.

На основании анализа чувствительности, составления матриц ускорения и торможения была определена роль факторов в системе (рис. 1). Каждый фактор представлен двумя точками в системе координат, где условное обозначение в виде ромба «♦» отражает координаты фактора (активность-взаимодействие) в матрице торможения, в виде круга «●» – в матрице ускорения.

Целевые факторы (в модели – элементы с порядковыми номерами 10, 15, 9), как правило, имеют высокую степень взаимодействия с прочими элементами системы, однако они скорее пассивно воспринимают внешнее воздействие, чем сами влияют на другие элементы.

Элементы когнитивной карты развития и эффективного функционирования топливно-энергетического комплекса АР Крым

№ п/п	Элементы
1.	Обеспечение потребности населения, предприятий и организаций региона в энергетических ресурсах (для личных нужд или бесперебойного производства) при соблюдении платежной дисциплины за потребленные ресурсы
2.	Лицензирование деятельности участников соответствующих энергетических рынков (отсутствие дискриминации и «прозрачность» процедуры лицензирования) и контроль за выполнением лицензионных условий субъектами предпринимательства
3.	Адаптация национального энергетического законодательства к международным обязательствам в сфере энергетики (Договору к Энергетической Хартии, Киотскому протоколу, рядом двусторонних соглашений), а также требованиям международного энергетического права ЕС
4.	Усиление ответственных субъектов энергетических отношений при нарушении экологических обязательств и загрязнении окружающей среды, а также обеспечение гражданской защиты в сфере техногенной безопасности ТЭК региона
5.	Налоговое и кредитное стимулирование модернизации энергетических объектов и применения энергосберегающих технологий
6.	Реорганизация системы статистической информации по энергорынку, составление баланса топливно-энергетических ресурсов с целью выявления возможного дефицита или префицита энергоресурсов в рамках региона
7.	Увеличение потерь и непроизводительных расходов энергетических ресурсов в цепи «добыча – преобразование – передача – распределение – потребление – использование энергоресурсов»
8.	Степень освоения залежей горючих ископаемых (пригодных для промышленной разработки), вторичных энергетических ресурсов, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
9.	Децентрализация и диверсификация источников энергетических ресурсов при соблюдении необходимого уровня энергетической и экологической безопасности
10.	Усиление рекреационной направленности деятельности народнохозяйственного комплекса Крыма
11.	Определение правовых принципов относительно образования соответствующих структур и их полномочий для осуществления управления государственными корпоративными правами в энергетическом бизнесе
12.	Оптимизация ценовой и тарифной политики на монопольных и олигопольных рынках, включающая научное обоснование и установление «справедливых цен и тарифов» на продукцию ТЭК, контроль за конкурентным ценообразованием в тех отраслях, где естественные монополии отсутствуют
13.	Создание условий, благоприятных для привлечения прямых иностранных инвестиций в энергетику (особенно для осуществления геологоразведочных, поисковых и буровых работ при добыче нефти и газа)
14.	Унифицированный подход к терминологии, применяемой в энергобизнесе и энергетической политике, правилам деятельности участников энергорынка (правила вхождения в рынок, взаимодействия с другими субъектами рынка и государством и т.д.) на основе принятия единого, комплексного закона по энергетике
15.	Эффективность функционирования и взаимодействия основных звеньев регионального ТЭК «производство энергетических продуктов» и их «передача или транспортировка»
16.	Упорядочение условий и правил предоставления государственной поддержки, в том числе субсидирования предприятий ТЭК

Управляющие элементы (рычаги, механизмы) активны (2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 16), а высокая или низкая степень их взаимодействия свидетельствует о действенности данного механизма и о его способности активно преобразовывать целевые факторы. Индикаторы (1, 7, 8) качестве рычагов недостаточно активны, однако они играют важную роль и сигнализируют о изменении параметров состояния системы в целом.

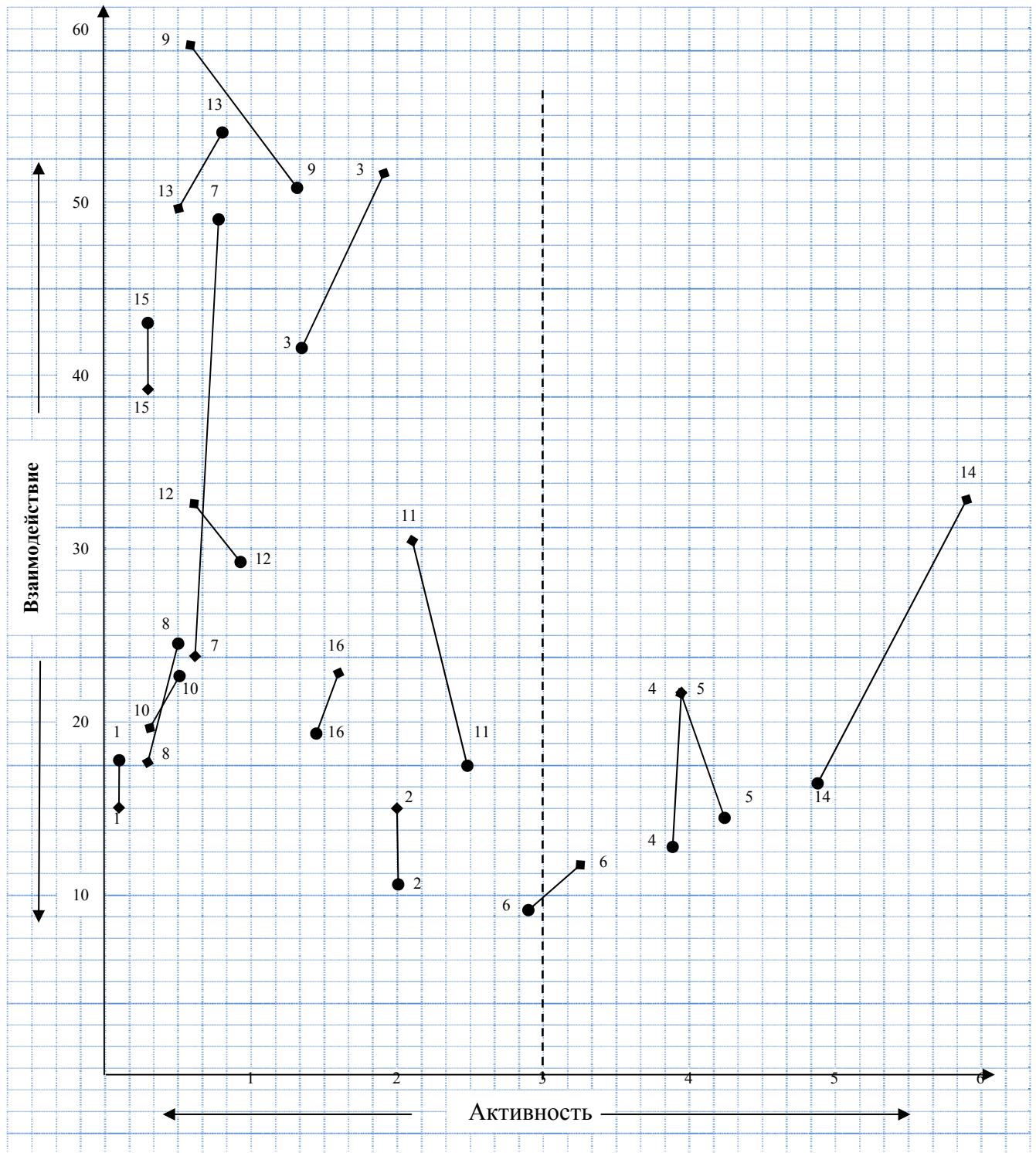


Рис.1. Роль факторов в системе развития и эффективного функционирования топливно-энергетического комплекса АР Крым

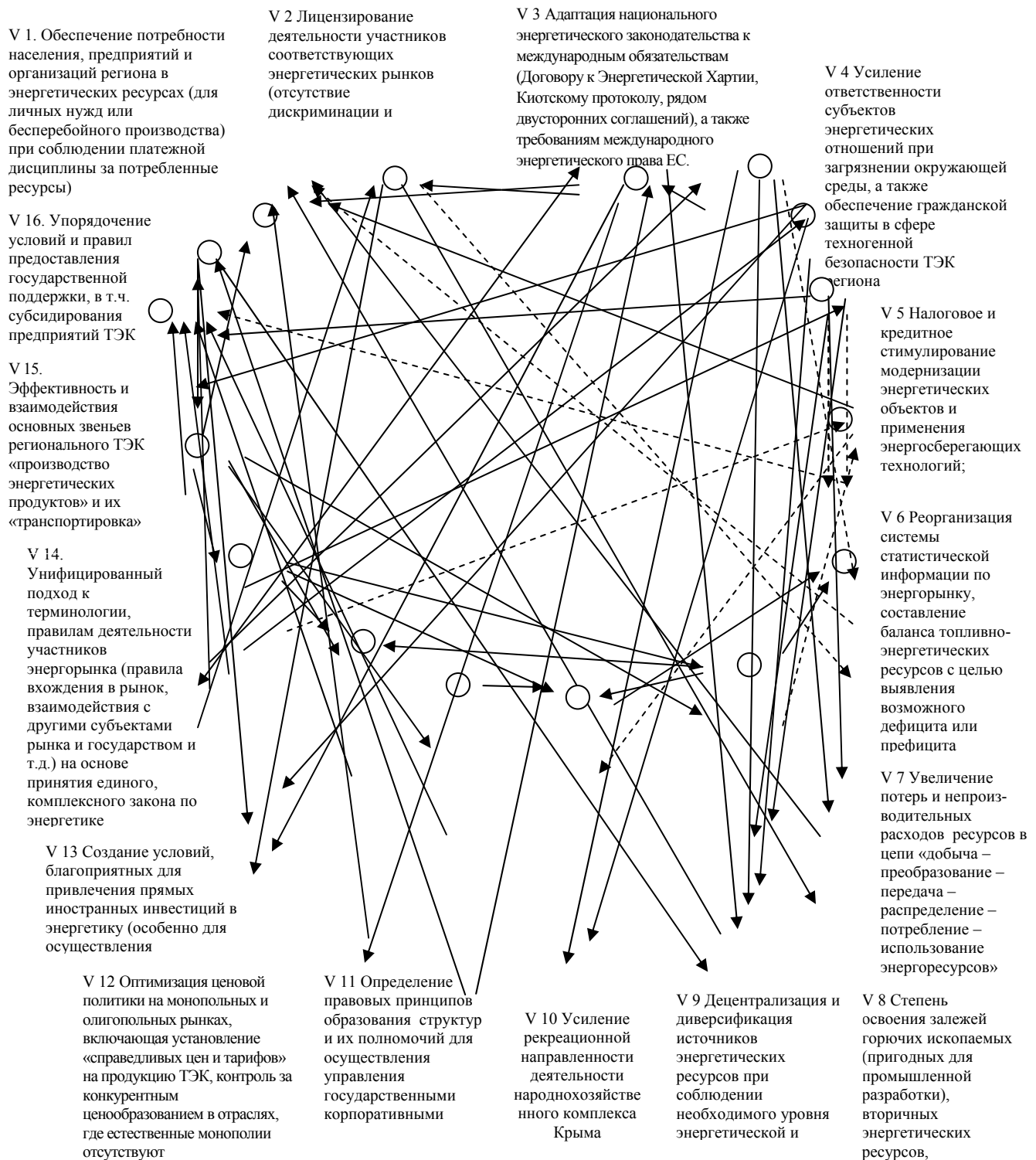


Рис. 2. Когнитивная модель воздействия государственных механизмов и механизмов хозяйствования на развитие и эффективность функционирования топливно-энергетического комплекса АР Крым (Источник: составлено автором)

Когнитивная модель может быть представлена в виде рис. 2 и знакового ориентированного графа - квадратной матрицы (рис. 3), в которой:

$$F(V, E) = F(V_i, V_j, e_{ij}) = \begin{cases} +1, & \text{если рост (падение) } V_i \text{ влечет рост (падение) } V_j \\ -1, & \text{если рост (падение) } V_i \text{ влечет падение (рост) } V_j \\ 0, & \text{если связь между } V_i \text{ и } V_j \text{ отсутствует или слабая} \end{cases}$$

$i, j = 1, 2, \dots, k$

$$E_G = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 & V_5 & V_6 & V_7 & V_8 & V_9 & V_{10} & V_{11} & V_{12} & V_{13} & V_{14} & V_{15} & V_{16} \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \\ V_7 \\ V_8 \\ V_9 \\ V_{10} \\ V_{11} \\ V_{12} \\ V_{13} \\ V_{14} \\ V_{15} \\ V_{16} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Рис. 3 Матрица смежности (инцидентности) ориентированного графа G

Сценарное моделирование осуществляется нами на основании теории импульсных процессов, причем возмущения (импульсы) вносятся в те вершины орграфа, которые являются управляющими элементами (рычагами) системы. Моделирование импульсных процессов представим кортежем  $IP = \langle G, Qi \rangle$ , где  $G$  – когнитивная модель, а  $Qi$  – вектор начальных импульсов в вершины. Зададим  $QiT = (0,0,0,0,+1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)$ , т.е. внесем положительное изменение в 5-й элемент системы – «Налоговое и кредитное стимулирование модернизации энергетических процессов и применения энергосберегающих технологий». Заданное количество тактов моделирования равно 8. ( $n=8$ ). Рассчитанные на основании импульсных процессов новые значения параметров вершин когнитивной модели в отдельные такты моделирования  $n_1, n_2, \dots, n_8$  соответственно представлены в протоколе испытаний (табл. 2), на основании которого построен график (рис. 4) изменения импульсов в вершинах.

На оси абсцисс (рис.4) отмечаются такты моделирования ( $n = 1,2,3 \dots$ ), на оси ординат – изменение значений показателей (факторов) в относительных единицах.

Таблица 2

Результаты моделирования импульсного процесса, соответствующего сценарию внесения возмущений  $q=+1$  в вершину  $V_5$

	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
$V_1$	0	0	0	3	10	18	25	45	90
$V_2$	0	0	0	0	0	1	2	3	8
$V_3$	0	0	0	0	1	1	2	6	9
$V_4$	0	0	0	0	0	0	1	1	2
$V_5$	0	1	1	1	1	1	2	2	3
$V_6$	0	0	0	0	0	0	1	1	2
$V_7$	0	0	0	-2	-2	-2	-7	-13	-23
$V_8$	0	0	1	3	5	8	11	19	38
$V_9$	0	0	1	1	1	3	4	9	17
$V_{10}$	0	0	1	3	6	6	10	23	40
$V_{11}$	0	0	0	1	1	1	4	6	11
$V_{12}$	0	0	0	2	2	3	8	12	26
$V_{13}$	0	0	1	1	1	3	5	9	18
$V_{14}$	0	0	0	0	0	1	1	2	6
$V_{15}$	0	0	1	2	7	8	12	30	50
$V_{16}$	0	0	0	0	1	1	2	5	8

Для удобства визуализации и интерпретации результатов моделирования на рисунках представлены лишь целевые параметры системы и индикаторы, а также введены условные обозначения, используемые в прочих графиках сценариев.

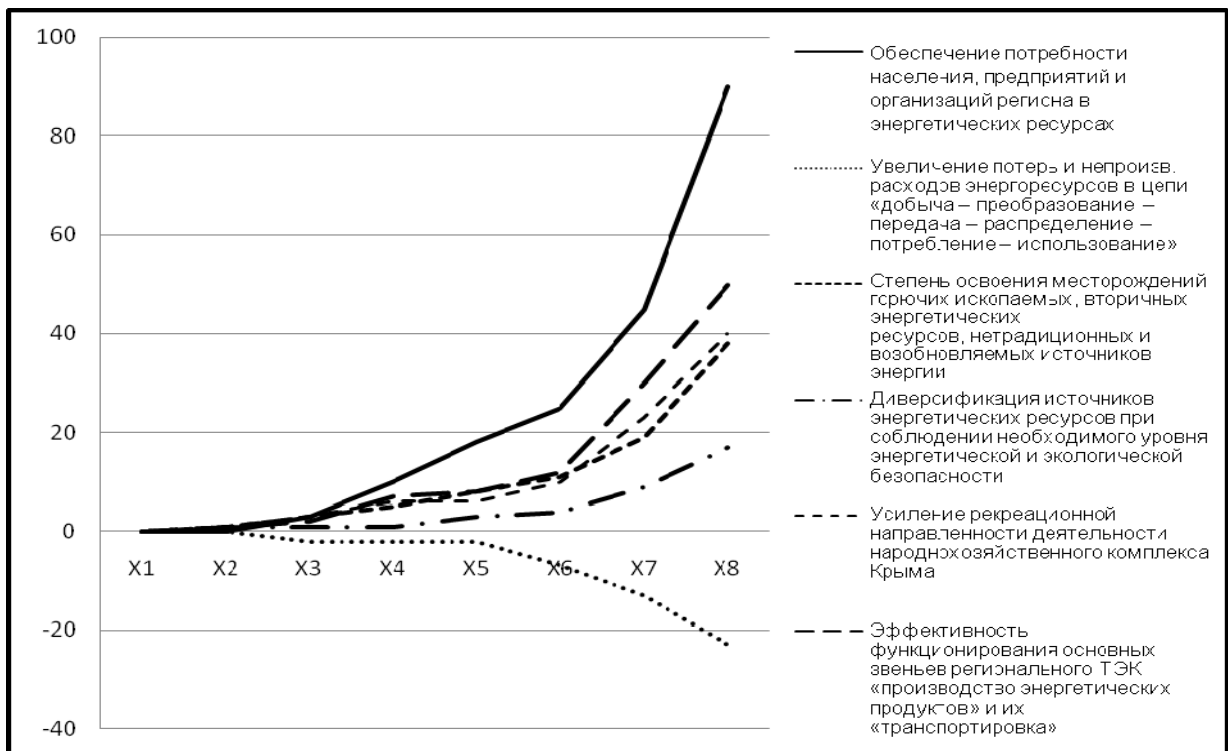


Рис. 4. Импульсный процесс – график изменения значений импульсов в вершинах V1,...V16 при внесении возмущений  $q=+1$  в вершину V5

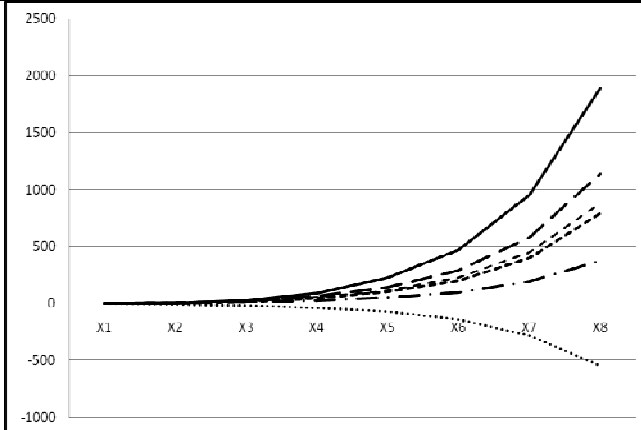
Данные сценарного моделирования свидетельствуют, что финансовые механизмы обеспечивают устойчивый рост эффективности функционирования регионального ТЭК, однако делать выводы о темпах изменения параметров системы можно лишь сопоставляя различные сценарии развития ситуации в энергобизнесе. Относительный показатель по оси ординат как раз и обеспечивает данную сопоставимость и отражает изменение параметров системы не на временных отрезках, а на определенных тактах моделирования, которые одинаковы для всех сценариев одной когнитивной модели. Следовательно, необходимо рассмотреть влияние единичных факторов, а потом типичные и применимые в современных условиях комбинации влияния госрегулирования и внутрихозяйственных механизмов на развитие энергетической отрасли. Выбор наиболее оптимального сценарного варианта воздействия на систему осуществлен путем сопоставления полученных значений вершин (факторов) в относительных единицах (табл. 3).

Результаты сценарного моделирования развития и эффективности функционирования топливно-энергетического комплекса АР Крым

График сценарного моделирования	Описание сценарного моделирования
<b>Сценарий 1. Импульс поступает в семь вершин <math>V_2, V_3, V_5, V_{12}, V_{13}, V_{14}, V_{16}</math></b>	
	<p>Сценарий отражает влияние механизмов, традиционно используемых в энергетике. Большинство энергетических рынков представляет собой естественные монополии или олигополии, причем вхождение новых субъектов в эти рынки искусственно ограничивается государством с помощью процедуры лицензирования (<math>q_{v2}=+1</math>). Ряд международных соглашений и обязательств Украиной не выполняется или выполняется недолжным образом (например, Киотский протокол, предусматривающий продажу квот на выбросы парниковых газов) (<math>q_{v3} = -1</math>), соответственно не созданы условия и гарантии для привлечения в национальную энергетику иностранного капитала (<math>q_{v13} = -1</math>), не принят Единый энергетический закон (<math>q_{v14} = -1</math>). Налоговые льготы минимальны, льготы в банковском кредитовании отсутствуют (<math>q_{v5} = -1</math>), процесс предоставления государственной помощи субъектам ТЭК непрозрачен, не определены четкие правила и условия ее получения. (<math>q_{v16} = -1</math>). Процесс формирования цен и тарифов несовершенен, вся тяжесть льготирования перекладывается с одной группы потребителей энергетических ресурсов на другую (<math>q_{v12} = -1</math>).</p>
<p>Текущая ситуация не устраивает участников энергобизнеса, не смотря на кажущуюся стабильность работы ТЭК на первых тактах моделирования - отмечаем наличие неудовлетворенного спроса <math>V_1</math> на энергоресурсы, увеличение потерь и непроизводительных расходов <math>V_7</math>, низкую степень диверсификации источников энергии <math>V_7</math>, так как в Украине отсутствует законодательное обеспечение выполнения обязательств по Договору к энергетической Хартии, предусматривающем механизмы доступа к национальным и региональным энергетическим рынкам, создание и развитие открытых конкурентных энергетических рынков, поощрение и защиту инвестиций в энергетику, торговлю энергетическими продуктами, транзит энергоносителей, решение споров относительно международных инвестиций и охраны окружающей среды.</p>	
График сценарного моделирования	Описание сценарного моделирования
<b>Сценарий 2. Импульс поступает в две вершины <math>V_3, V_{14}</math></b>	
	<p>В сценарии преобладают механизмы правового обеспечения энергетической отрасли. В национальных масштабах в рамках комплексного энергетического закона разрабатываются единые правила вхождения субъектов предпринимательства в энергетический рынок, регулирования их деятельности, взаимодействия со всеми субъектными звеньями цепи «добыча - преобразование - передача - распределение - потребление - использование энергоресурсов» (<math>q_{v14}=+1</math>). Происходит процесс постепенной адаптации национального законодательства Украины к международным требованиям и стандартам (<math>q_{v3}=+1</math>).</p>
<p>Целевые элементы и факторы-индикаторы состояния системы улучшаются, что подтверждает актуальность и действенность правовых механизмов функционирования ТЭК, совершенствование которых должно осуществляться по таким направлениям: систематизация и упорядочение отношений собственности в отраслях топливно-энергетического комплекса; определение структуры государственного управления и регулирования, четкое разграничение этих функций, в частности, относительно формирования правил деятельности на рынках энергоносителей, урегулирования полномочий и сфер ответственности центральных и региональных органов власти, органов местного самоуправления в вопросах энергообеспечения и энергосбережения; совершенствование функционирования оптового рынка электроэнергии и определения принципов функционирования рынка природного газа, законодательное закрепление за регулирующим органом функций установления правил работы рынков; совершенствование конкурентных рынков сжатого и сжиженного газа, нефтепродуктов и определения полномочий государственного органа регулирования в</p>	

этой сфере, недопущение необоснованного административного регулирования цен на конкурентных рынках

### Сценарий 3. Импульс поступает в шесть вершин $V_2, V_4, V_5, V_6, V_{13}, V_{14}$



Сценарное развитие ситуации учитывает как традиционные методы регулирования энергетического бизнеса ( $q_{v2}=+1$ ), так и специфические, учитывающие рекреационную направленность крымского региона и повышенные требования к экологической безопасности. Так, увеличивается размер санкций за загрязнение окружающей среды ( $q_{v4}=+1$ ). Финансовые льготы в сфере налогообложения и кредитования должны носить целевой характер и предоставляться на модернизацию энергетических объектов, строительство очистных сооружений, использование вторичных энергетических ресурсов и энергосберегающих технологий ( $q_{v5}=+1$ )

Так как все эти проекты требуют значительных финансовых вложений, необходимы условия для привлечения иностранных инвестиций – ( $q_{v13}=+1$ ) и стабильная правовая база развития энергетических отношений ( $q_{v14}=+1$ ), в том числе в сфере собственности и управления государственными корпоративными правами. Лучшему обеспечению потребителей энергоресурсами должна способствовать реорганизация статистической информации в части составления обязательного ежемесячного баланса топливно-энергетических ресурсов ( $q_{v6}=+1$ ). Данный сценарий развития регионального ТЭК является оптимальным.

Сценарное моделирование процессов развития регионального топливно-энергетического комплекса, проведенное в рамках когнитивной технологии, свидетельствует – государственное регулирование энергобизнеса должно осуществляться как с помощью традиционных (лицензирование деятельности), так и специфических механизмов, учитывающих рекреационную направленность АРК. Увеличение размера санкций за загрязнение окружающей среды, целевой характер льгот при налогообложении субъектов, осуществляющих модернизацию энергетических объектов, строительство очистных сооружений, использование вторичных энергетических ресурсов и энергосберегающих технологий, обеспечивают сокращение потерь энергоресурсов и экологическую безопасность региона. Стабильная правовая база развития энергетических отношений и ее адаптация к международным обязательствам Украины в сфере энергетики являются необходимыми условиями привлечения иностранных инвестиций для осуществления проектов диверсификации источников энергетических ресурсов и энергосбережения. Считаем целесообразным реорганизовать систему статистической отчетности по энергорынку в части обязательного составления месячного баланса топливно-энергетических ресурсов с целью выявления и минимизации возможного дефицита в рамках региона.

#### Литература

1. Волгин Л.Н. Принцип согласованного оптимума. – М.: Советское радио, 1977. –144с.
2. Горелова Г.В., Захарова Е.Н, Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. – Ростов на Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2006 – 334с.
3. Холина В.Н. Основы экономики природопользования. – СПб.: Питер, 2005. – 672с.
4. Використання і залишки енергетичних матеріалів та продуктів перероблення нафти на підприємствах (організаціях) АР Крим за 2005-2007 роки: Статистичний збірник / Головне управління статистики в АРК. – Сімферополь, 2008. – 41 с.