

является вынос этапа обучения из процедуры управления в реальном времени [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Оссовский С.* Нейронные сети для обработки информации. / Пер. с польского *И.Д. Рудинского*. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
2. *Чукреев Ю.Я., Хохлов М.В., Алла Э.А.* Оперативное управление режимами региональной энергосистемы с использованием технологии искусственных нейронных сетей // *Электричество*. 2000. – №4. – С. 2-10.
3. *Горбань А.Н.* Обучение нейронных сетей – М.: СП Параграф, 1990. – 160с.
4. *Брикман М.С., Кристинков Д.С.* Аналитическая идентификация управляемых систем. – Рига: Зинатне, 1999.
5. *Комашинский В.И.* Введение в нейро-информационные технологии – Спб.: Тема, 1999. – С 36-40.

УДК 007.51; 681.32

Е.Ю. Косенко, А.Я. Номерчук

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Известно, что Россия обладает огромными запасами органических топлив: 45% мировых запасов природного газа, 23% угля и 13% нефти находится в ее недрах. Таким образом, на будущие десятилетия, а может быть и столетия проблема недостатка запасов органических топлив для России не существует (табл. 1). Но страна не может уповать только на органические топлива и проводить обычную политику. Формулируя энергетическую стратегию на перспективу, необходимо учитывать многие факторы: экономические, социальные, экологические

Таблица 1

Запасы органического топлива в России

	Доказанные запасы начало 90-х гг	Ожидаемый прирост запасов		
		0,942	0,950	0,992
Нефть+конденсат, млрд т	75	0,942	0,950	0,992
Природный газ, трлн м3	50	1,550	1,640	1,750
Уголь, млрд т	202	0,470	0,480	0,500

Сегодня энергетика России испытывает ряд трудностей, начиная с 1990 года, происходил существенный спад во всех основных секторах экономики. Однако, несмотря на то, что падение чрезвычайно было велико, в последние годы наметилась тенденция к увеличению производства и подъема экономики. Падение добычи органических топлив и преобразующих видов энергии относительно меньше, чем в основном секторе экономики.

В то же время это означает, что энергоинтенсивность экономики, которая и раньше была весьма высокой, выросла еще больше. Это означает также, что имеется большой потенциал для энергосбережения. Отталкиваясь от современного состояния, можно сделать некоторые прогнозы, касающиеся развития экономики в целом и, на энергетической стратегии России – энергетического сектора, в частности (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Варианты производства первичных источников энергии

	2000г.		2007г.		2015г.	
	Необх.	Макс.	необх.	макс.	Необх	макс.
Всего млн т у. т., включая:	1410	1600	1480	1710	1550	1820
Нефть, млн т	270	310	275	330	280	350
Прир. газ, млрд м3	660	740	700	800	740	860
Уголь, млн т	250	290	275	295	300	340
Гидроэнергия, млрд кВтч	165	170	172	180	180	190
Ядерная энергия, млрд кВтч	120	125	122	140	125	160
ВИЭ, млн т у. т.	4	6	7	10	10	17

Таблица 3

Годовые потребности России в энергии

Энергоносители	2000 г.	2007 г.	2015г.
Электроэнергия, млрд кВтч	850-990	920-1120	1080-1270
Тепловая энергия, млн Гкал	1870-1950	1885-2000	1900-2050
Моторные топлива, млн т	76-80	79-88	83-95
Всего первичные энергоресурсы млн т у. т.	950-1090	980-1140	1010-1200
Удельное потребление энергии	6,5-7,3	6,6-7,5	6,6-7,8

Видно, что рост производства и потребления энергии в предстоящие 5-7 лет довольно умеренный. Однако для выполнения этих планов потребуются очень большие инвестиции в энергетический сектор [1].

Для этого необходимо:

- вводить генерирующие мощности темпами, опережающими темпы роста экономики;
- обладать собственным конкурентоспособным энергомашиностроением;
- быть способной обеспечить свой внутренний рынок энергоресурсами и влиять на мировой энергетический рынок;
- проводить эффективную энергосберегающую политику в сфере промышленности и ЖКХ;

➤ иметь свою школу, которая способна разрабатывать новые технологии в энергетической сфере и успешно готовить для нее кадры [2].

По всем перечисленным пунктам у сегодняшней России имеются серьезные проблемы. Энергопотребление в стране растет быстрее, чем генерация, и это на фоне тотальной запущенности отечественной энергосистемы. В 2010 году превышение национального энергопотребления над генерацией составит 20 ГВт, в то время как для устойчивого функционирования экономики необходим "запас прочности" в виде превышения генерирующих мощностей над энергопотреблением не менее 15%. При этом имеющееся энергомашиностроение физически не способно в сжатые сроки решить проблему ввода мощностей.

Если Россия начнет решать проблемы, стоящие перед ее экономикой, прямо сейчас, то через 20 лет она действительно будет вправе называться энергетической сверхдержавой. Для преодоления будущего энергетического кризиса в России требуется активное вмешательство государства, в том числе:

➤ необходимы государственные инвестиции в генерацию, поскольку эта задача неподъемна для частных инвесторов. В частности, государство могло бы использовать стабилизационный фонд в качестве гарантии под инвестиции в энергетические отрасли экономики;

➤ от государства требуется комплекс системных решений по внедрению энергосберегающих технологий;

➤ необходимо простимулировать энергомашиностроение, испытывающее сегодня кадровый и инвестиционный дефицит;

➤ во всех упомянутых направлениях – от геологоразведки до энергосбережения – требуется восстановить звенья отраслевой науки [3].

В связи с вышесказанным для решения данной проблемы необходимо использовать новые методы и подходы, которые бы описывали существующие проблемы исходя из причин их возникновения, а не их решения. Одним из таких подходов является когнитивный подход моделирования ситуаций и явлений. Под когнитивным подходом понимается решение традиционных для науки проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты, в которые включаются процессы восприятия, объяснения и понимания. Когнитивный подход в любой предметной области акцентирует внимание на «знаниях» (процессах), их представлении, хранении, обработке, интерпретации и производстве новых знаний. Эффективность данного метода напрямую зависит от того, удастся ли достичь взаимопонимания между участниками проблемных ситуаций, согласовать различные точки зрения, стимулировать творческий подход к возникающим проблемам.

Для качественного разъяснения и понимания большинства явлений часто используются когнитивные карты, которые относятся к тому же классу систем представления знаний, что и фреймы. Когнитивная карта может быть визуализирована в виде множества вершин, каждая из которых соответствует одному фактору или элементу того или иного явления (проблемы). Дуга, связывающая вершины А и В, соответствует причинно-следственной связи $A \rightarrow B$, где А – причина, В – следствие.

Связь $A \rightarrow B$ называется положительной (знак «+»), если увеличение А ведет к увеличению (усилению) В, а уменьшение А ведет к уменьшению В при прочих равных условиях. Знак «-» над дугой $A \rightarrow B$ означает, что связь отрицательная, т.е. при прочих равных условиях увеличение А приводит к уменьшению (торможению) В и уменьшение А ведет к увеличению В.

Когнитивные карты являются полезным инструментом для формирования и уточнения гипотезы о функционировании исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система. Для того чтобы понять и проанализировать поведение сложной системы, целесообразно построить структурную схему причинно-следственных связей [4].

Рассмотрим пример когнитивной карты для анализа проблемы потребления электроэнергии в регионе (рис. 1). Исследуемую проблему достаточно полно можно описать семью факторами А, В, С, D, E, F. Дугами на рис. 1 отмечены существенные причинно-следственные отношения, влиянием остальных можно пренебречь.

Дуга (E, F) имеет знак «+», так как улучшение окружающей среды ведет к увеличению числа жителей за счёт повышения комфорта проживания, а ухудшение состояния окружающей среды вызывает отток населения (примерами могут служить районы добычи угля и районы сосредоточения металлургической и химической промышленности). Дуга (C, F) имеет знак «-», так как увеличение потребления энергии ухудшает состояние окружающей среды, а уменьшение потребления энергии благотворно сказывается на ее состоянии за счет уменьшения вредных выбросов в атмосферу. Дуга (E, C) имеет знак «+» ввиду того, что рост числа жителей вызывает увеличение потребления энергии и, наоборот, уменьшение населения приводит к падению потребления энергии.

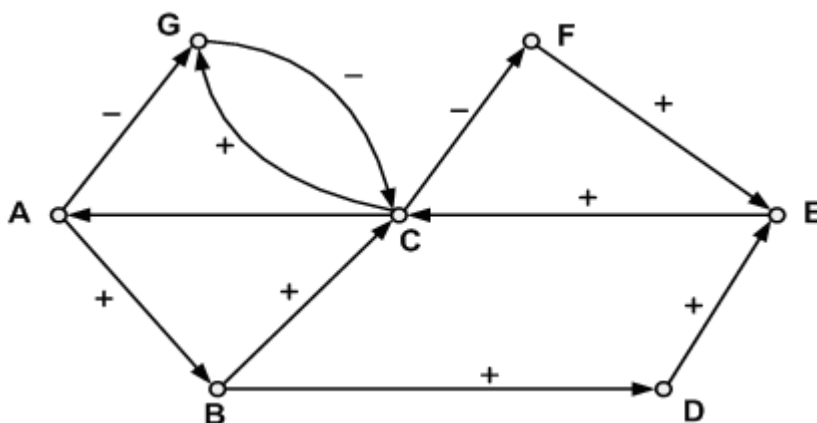


Рис. 1. Когнитивная карта потребления электроэнергии в регионе:
 А – энергетические мощности, В – число предприятий, С – число предприятий,
 В – число рабочих мест, E – численность населения, F – состояние окружающей
 среды, G – стоимость электроэнергии

Рассмотрим взаимодействие факторов в контуре F, E, C, F. Предположим, что численность населения возросла. Это приведет к увеличению потребления энергии и, следовательно, ухудшит состояние окружающей среды, что в свою очередь приведет к уменьшению числа жителей. Таким образом, влияние импульса в вершине E будет компенсироваться действием контура F, E, C, F, и поведение системы стабилизируется. Три фактора F, E, C образуют контур, противодействующий отклонению.

В контуре A, B, C все дуги со знаком «+», и легко видеть, что увеличение (уменьшение) любой переменной в этом контуре будет усилено.

Контур в когнитивной карте соответствует контурам обратной связи. Контур, усиливающий отклонение, является контуром положительной обратной связи, а контур противодействующий отклонению, – контуром отрицательной обратной связи. Эти контуры носят названия соответственно морфогенетическими и гомеостатическими. Доказано, что контур усиливает отклонение тогда и только тогда, когда он содержит четное число отрицательных дуг или не содержит их совсем, в противном случае это контур, противодействующий отклонению. В случае четного числа отрицательных дуг противодействие отклонению будет само встречать противодействие. Если число отрицательных дуг нечетно, то последнее противодействие отклонению не встречает противодействия.

Данная схема анализа в основном соответствует интуитивным представлениям о причинности. Ясно, что взаимодействие двух факторов А и В может подчиняться более сложным закономерностям, но в этом случае для описания исследуемого процесса следует использовать языки функциональных взаимосвязей.

Сложные явления обычно включают в себя много различных событий, тенденций, определяемых несколькими факторами, причем каждый в свою очередь влияет на некоторое число других факторов. Образуются сети причинных отношений, т.е. причинность носит системный характер. Причинная обусловленность порождает модель социальных явлений, а изучение моделей обеспечивает углубление понимания причинных отношений, которые их порождали.

Анализируя свои и чужие когнитивные карты, можно быстро углубить понимание проблемы, улучшить качество и обоснованность принимаемых решений. Кроме того, когнитивная карта является удобным средством для изменения устоявшихся стереотипов, способствует генерации новых точек зрения.

Особенностью когнитивных карт является то, что они используются для коллективной выработки и принятия решений. Это связано с тем, что эффективность взаимодействия в группе лиц, занимающихся принятием решений, существенно зависит от того, насколько каждый участник понимает способы интерпретации ситуаций другими членами группы. Важную роль в получении консенсуса играют достижение членами группы единства в способе конструирования будущих событий, процессы «усиления понимания», «изменения символов», выявления новых точек зрения. Необходим инструмент для фиксации и анализа резонов, мнений, которые часто основываются на опыте и интуиции экспертов. Важно при этом уметь записывать противоречивые точки зрения экспертов без потери богатства аргументации. Когнитивная карта дает возможность проследить взаимосвязи между будущим, настоящим и прошлым изучаемого процесса. Ясно, что использование когнитивных карт для планирования крупных явлений и стратегий (к которым относятся вышеизложенные проблемы) может потребовать фиксации нескольких тысяч взаимосвязанных утверждений. Следовательно, для записи, хранения, поиска и анализа информации необходимо использовать средства вычислительной техники и специальное программное обеспечение.

Когнитивная карта представляет собой «синтетическую мудрость» коллектива организации и аккумулирует взгляды людей, многие из которых никогда не встречались.

Каждый участник процесса должен быть уверен, что его мнение учтено и может повлиять на стратегию организации. Поэтому желательно, чтобы различные эксперты были включены в данный процесс на регулярной основе, причем они должны знать, что остальные эксперты тоже включены в процесс формирования стратегии.

С помощью различных рабочих групп и комитетов осуществляется отработка отдельных частей стратегического плана и, что особенно важно, отслеживаются эффекты обратных связей.

Сравнительно для когнитивных моделей имеет место задания весов вершин карты множеством $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_n\}$, где n – множество вершин карты, а также множества степени принадлежности ребер карты парам входящим и выходящим вершинам $M = \{\mu_{ij}\}$, где i, j – соответствующие вершины карты [6]. В результате получаем модель вида, представленного на рис. 2.

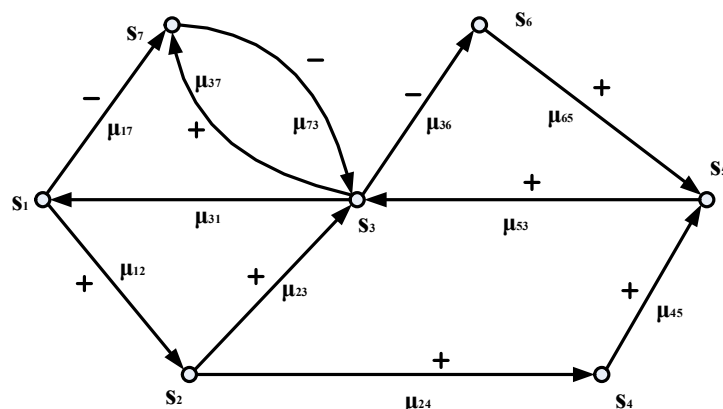


Рис. 2. Когнитивная карта с учетом степеней принадлежности

Множества S и M получают свои значения исходя из оценок экспертов. Однако ввиду сложности выработки этих оценок следует применить аппарат нечеткой логики для определения элементов множества S и его значений.

Данный подход позволяет избавиться от целого ряда обстоятельств, препятствующих принятию эффективных решений (сужение взгляда на действительность под влиянием привычного опыта, ритуальная природа планирования, влияние стереотипов, амбиций).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разработка предложений по развитию ОЭС и ЕЭС РФ на период до 2000 года с перспективой до 2010 года. – Ростов-на-Дону. Институт «Южэнергосетьпроект», 1998. – С. 10-57, 82-99.
2. *Корякин Ю.Н., Дьяконов В.Л.* Энергетическая стратегия России. // Энергия. 1998. – № 7. – С. 2-10.
3. Материалы конференции Общественной палаты Российской Федерации на тему "Россия – энергетическая сверхдержава" 26.05.2006. – <http://www.info-line.ru/> (по материалам Федерального Агентства по атомной энергии.)
4. Когнитивная наука и интеллектуальная технология / Под ред. А.И. Ракитова. – М.: ИНИОН, 1991.
5. *Гаврилова Т.А., Черванская К.Р.* Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. – М.: Радио и связь, 1992.