

Кристалинский В.Р., Берестнева А.А.

Смоленский государственный университет, г. Смоленск, Россия

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ В РАМКАХ CALS-ТЕХНОЛОГИИ

АННОТАЦИЯ

В статье описывается система нечеткого вывода, предназначенная для прогнозирования экономической эффективности выпуска продукции в рамках CALS-технологии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Система нечеткого вывода; эффективность; модернизация.

Kristalinskii V. R., Berestneva A.A.

Smolensk State University, Smolensk, Russia

ABOUT THE FORECASTING OF ECONOMICAL EFFECTIVENESS OF THE PRODUCTION USING CALS-TECHNOLOGY

ABSTRACT

The article is devoted to the fuzzy system for the forecasting of economical effectiveness of the modernized production using CALS-technology.

KEYWORDS

Fuzzy system, effectiveness, modernization.

CALS – концепция, объединяющая принципы и технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях, основанная на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.

Предложим русскоязычную формулировку понятия CALS, более понятную российским специалистам. Такая формулировка может выглядеть следующим образом: **Информационная Поддержка процессов жизненного цикла Изделий (ИПИ)***. Представляется, что ИПИ – адекватный русскоязычный аналог понятия CALS, в связи с чем в дальнейшем будем использовать ИПИ вместо CALS.

Согласно этой схеме основу, ядро ИПИ составляет ИИС (Интегрированная Информационная среда).

ИИС – совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных тем субъектам производственно-хозяйственной деятельности, участвующим в осуществлении жизненного цикла (ЖЦ) изделия, кому это необходимо и разрешено. Все сведения (данные) в ИИС хранятся в виде информационных объектов. В ИИС действует **единая система правил** представления, хранения и обмена информацией. В ИИС протекают информационные процессы, сопровождающие и поддерживающие ЖЦ изделия на всех его этапах. Здесь реализуется главный принцип ИПИ: **информация, однажды возникшая на каком-либо этапе ЖЦ, сохраняется в ИИС и становится доступной всем участникам этого и других этапов (в соответствии с имеющимися у них правами пользования этой информацией)** [5].

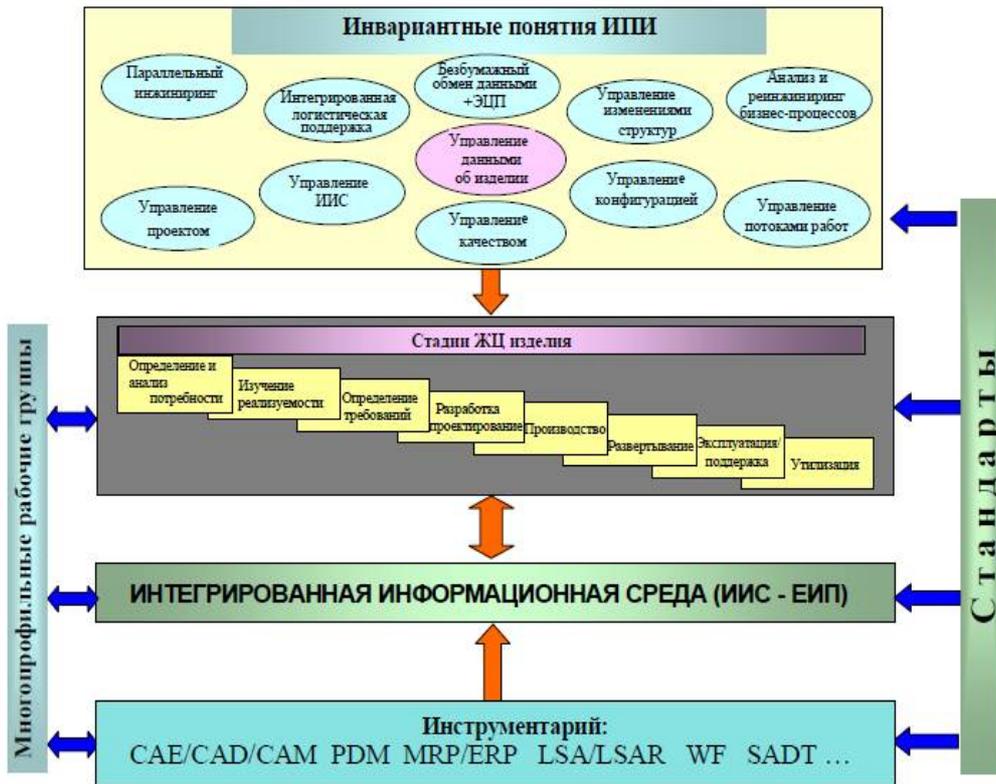


Рис.1 Схема поддержки жизненного цикла продукции

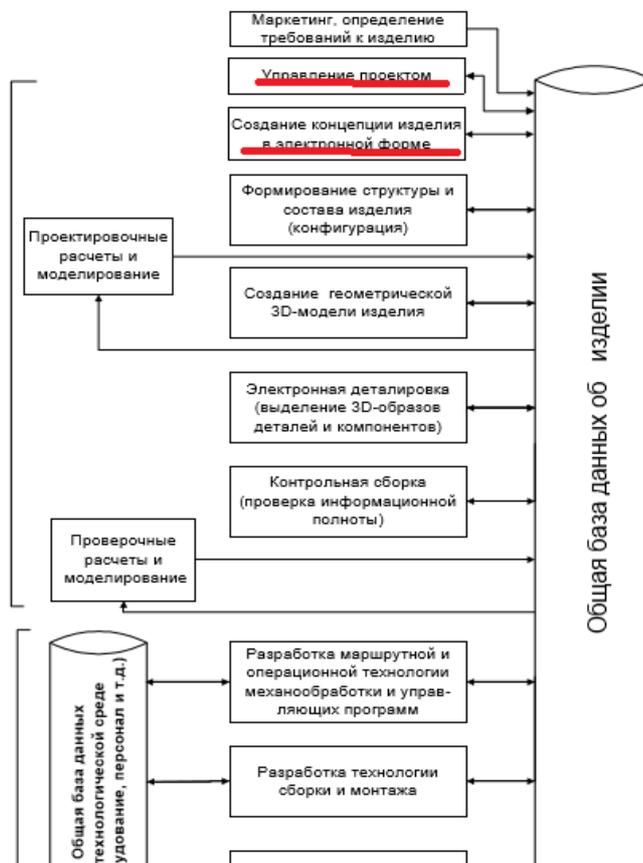


Рис. 2. Место предлагаемой системы оценки эффективности модернизации в общей концепции CALS-технологии

В качестве одного из компонентов, хранимых в базе данных, создаваемой в соответствии с Cals-технологией, очевидно, можно включить модель оценки экономической эффективности различных решений, связанных с модернизацией, производством и продажей выпускаемого изделия. В связи с тем, что оценки воздействий на экономические характеристики выпускаемой продукции носят нечеткий характер, для прогнозирования экономической эффективности можно использовать систему нечеткого вывода. Для построения системы будем использовать пакет MatLab. Эту модель мы включим в компонент базы данных об изделии, в котором хранятся материалы, связанные с управлением проектом и построении концепции модернизированного изделия. Построенная в MatLab система нечеткого вывода будет являться неотъемлемой частью общей базы данных.

Один из вариантов применения нечеткого моделирования для случая проектирования нового образца вооружения описан в работе одного из авторов [3]. В случае гражданской техники проведение экономического анализа стоимости модернизации имеет существенно большее значение, поскольку здесь требования к экономической эффективности более жесткие – производство должно быть окупаемым. Рассмотрим предлагаемую модель прогнозирования модернизации.

Входными данными для нечеткой модели будет являться данные о степени изменения тех или иных структурных элементов, необходимой для достижения предъявляемых к модернизируемому оборудованию требований, выходными – сведения об изменении стоимости производства модернизированного образца. Затем на основе данных об изменении стоимости производства и рыночной стоимости продукции можно построить модель, прогнозирующую экономическую эффективность производства и продажи модернизированного оборудования.

Данные о влиянии степени модернизации структурных элементов на стоимость продукции можно получить экспертным путем или с использованием алгоритмов прогнозирования Azure Machine Learning.

Затем на основе полученных данных, строится база правил системы нечеткого вывода.

Таблица 1. Пример структуры базы продукционных правил нечеткой модели оценки степени влияния определенных структурных элементов при реализации конкретных требований на стоимость оборудования

Номер правила	Входные переменные					Степень влияния структурных элементов на стоимость G_i
	Элемент 1	Элемент 2	Элемент 3	Элемент 4	Элемент 5	
P_1	B	B	B	B	B	B
...						
P_{N-1}	C	H	H	C	H	H
P_N		H	H	H	H	H

Таким образом, типичное правило вывода имеет вид: если степень модернизации элемента 1 высокая, элемента 2 высокая, элемента 3 средняя, элемента 4 низкая, элемента 5 низкая, то степень влияния модернизации на стоимость будет средней.

Очевидно, что объем системы правил зависит от количества структурных элементов в оборудовании и от реализуемости предъявляемых требований за счет той или иной комбинации модернизации структурных элементов (если нужные требования не достигаются, то нет смысла рассматривать этот вариант).

Займемся теперь оценкой влияния рыночных факторов на эффективность производства модернизированной продукции.

Построим модель, входными данными в которой будут экономические характеристики выпускаемой продукции, в том числе и стоимость модернизации продукции, выходными – цена и суммарные затраты на выпуск продукции.

Применительно к решаемой задаче требуется ввести в базу правил восемь лингвистических переменных: h – относительная себестоимость собственной продукции и продукции конкурента, $Ep1(Q)$ – эластичность спроса по цене; $Ep2(Q)$ – перекрестная эластичность по цене (отражает степень продуктовой дифференциации); K – конкурентоспособность продукции; D – динамика спроса; M – рост стоимости производства за счет модернизации, P – цена; C – суммарные затраты. Для задания нечетких правил в алгоритме Мамдани создана структура нечеткой модели с входными переменными $h, Ep1(Q), Ep2(Q), M, K, D$, и выходными переменными P и C , представленная

на рис. 2. [6]. Полученная на первом этапе моделирования переменная M позволяет учесть при формировании решения вклад в стоимость продукции ее модернизации и тем самым обосновать ее экономическую эффективность.

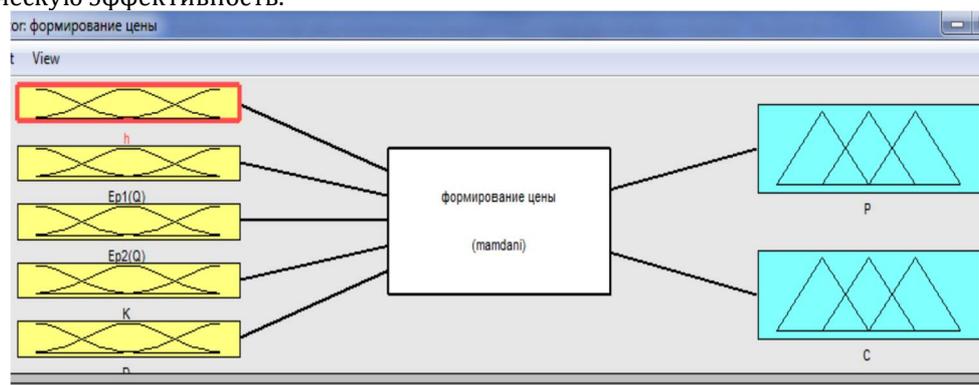


Рис. 3. Структура модели

Для входных переменных h , $Ep1(Q)$, $Ep2(Q)$, K и D вводятся по пять термов: sb – «сильно ниже»; wb – «слабо ниже»; ao – «та же самая»; wm – «слабо больше»; sm – «сильно больше». Для входной переменной M – три термина: высокая, средняя, низкая. Для выходных переменных P и C – семь значений. Лингвистические переменные и диапазон их возможных значений показаны в табл. 2.

Таблица 2. Описание лингвистических переменных

Обозначение	Значение переменной	Диапазон значений	Характеристика решения	
			Цена	Затраты
gr	«сильно уменьшить»	(0; 0,7; 0,8)	Снизить цену	Снизить затраты на качество продукции
mr	«средне уменьшить»	(0,7; 0,8; 0,9)		
wd	«слабо уменьшить»	(0,8; 0,9; 1)		Снизить затраты на рекламную кампанию
nch	«не изменять»	(0,9; 1; 1,1)	Оставить прежнюю цену на продукцию	Не изменять затраты
wi	«слабо увеличить»	(1; 1,1; 1,2)	Увеличить цену	Увеличить затраты на рекламную кампанию
mi	«средне увеличить»	(1,1; 1,2; 1,3)		Увеличить затраты на улучшение качества продукции
si	«сильно увеличить»	(1,2; 1,3; 1,4)		

Функции принадлежности для лингвистических переменных представлены на рис.3,4,5.

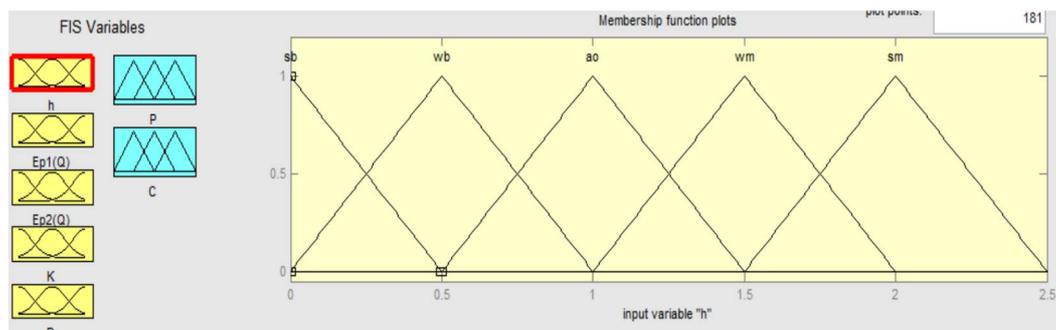


Рис. 4. Функции принадлежности для входных переменных h , $Ep1(Q)$, $Ep2(Q)$, K , D

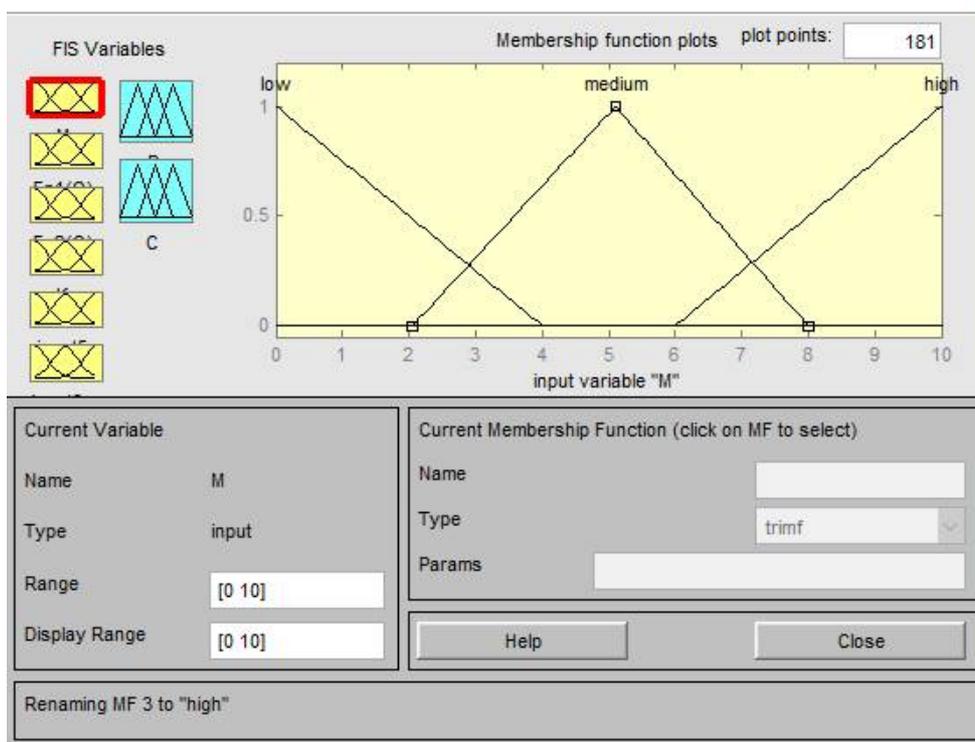


Рис. 5. Функции принадлежности для входной переменной *M*

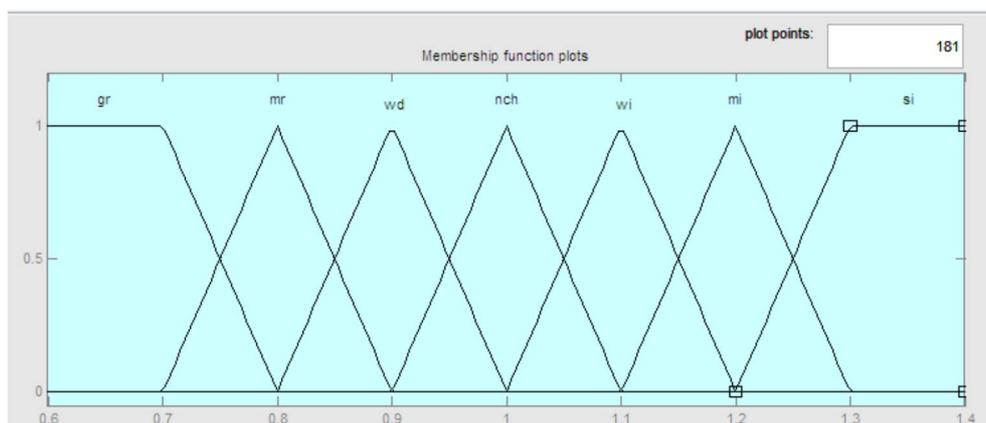


Рис. 6. Функции принадлежности для выходных переменных *P* и *C*

Аккумуляция заключения по всем правилам проведена с применением операции мажоритарности. При дефазификации использован метод центра тяжести. Реализуя систему нечеткого вывода на этапе дефазификации, получим значение корректировки цены и затрат на готовую продукцию промышленного предприятия при сложившихся условиях на рынке и состоянии на предприятии. В ситуации, в которой конкурент является лидером по издержкам, потребитель чувствителен к изменению цены, качество продукта лучше, чем у конкурента, а продукт дифференцированный и спрос на него растет, наилучшим решением с точки зрения максимума прибыли предприятия является рост цены на 7% и снижение совокупных издержек на 5%. В ситуации, в которой конкурентоспособность продукции конкурента выше, потребитель чувствителен к изменению цены, продукт незаменимый (продуктовая с дифференциация отсутствует), а спрос остается неизменным, то при одинаковых себестоимостях продукции моделируется решение – снизить цену на 10% (значение переменной $P=0,9$), а затраты оставить на прежнем уровне (значение переменной $C=1$).

Такое решение обеспечивает максимальную прибыль предприятия. Если в этой же ситуации себестоимости продукции рассматриваемого предприятия меньше себестоимости конкурента, то моделируется решение – цену оставить прежнюю ($C=1$), а затраты на качество продукции увеличить на 20% ($C=1,2$). Это обеспечит улучшение в среднесрочной перспективе качества продукции и рост объемов реализации. На рис. 5 представлена экранная форма результатов имитационных экспериментов [4].



Рис. 7. Экранная форма вывода результатов моделирования

Полученную модель помещаем в базу данных, хранящую информацию об изделии. При возникновении вопроса о целесообразности тех или иных действий на рынке мы можем вновь и вновь обращаться к построенной модели и оценивать экономическую эффективность этих действий, при этом исходные данные можно взять в той же базе.

Таким образом, мы предлагаем разбить процесс моделирования при решении вопроса о выходе на рынок с модернизированной продукцией в два этапа. На первом этапе проводится анализ структуры изделия, объемов модернизации его составляющих и получается оценка вклада модернизации в стоимость изделия. Полученные данные о модернизации используются на втором этапе анализа, в ходе которого анализируется влияние рыночных факторов на окончательную стоимость изделия и принимается окончательное решение о целесообразности перехода на выпуск модернизированной продукции.

Сегодня предприятия все чаще сталкиваются с проблемой разработки эффективной ценовой политики, позволяющей быстро адаптироваться к динамичным условиям отраслевого рынка, характеризующегося значительной продуктовой дифференциацией, а, следовательно, ценовой и неценовой конкуренцией. Результаты экспериментов показали, что применение данной технологии на промышленном предприятии позволяет осуществить адаптацию цен на реализуемую продукцию, обеспечивая максимум критерия эффективности функционирования предприятия (прибыли), а также сохранить, а в ряде случаев и расширить, долю рынка данного предприятия. [6].

Литература

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. М.: Мир, 1976. 165 с.
2. Клейнер Г.Б. К методологии моделирования принятия решений экономическими агентами // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39, № 2. С. 167-182.
3. Кристалинский В. Р., Александрова В. И. Методика прогнозирования стоимости перспективного образца вооружения и военной техники на основе методов нечеткой логики. Материалы международной конференции «Системы компьютерной математики и их приложения». Смоленск, СмолГУ.- 2012, С. 64-67.
4. Морякова А.В., Кривенцева М.А. Управление ценообразованием на предприятии: экономическое содержание, задачи, методы // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. 2013. № 4. С. 194-196.
5. Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», М., 2002.
6. Филатов А.Ю., Айзенберг Н.И. Математические модели несовершенной конкуренции. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. 117 с.

References

1. Zade L.A. Ponjatie lingvisticheskoj peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij: per. s angl. М.: Mir, 1976. 165 s.
2. Klejner G.B. K metodologii modelirovanija prinjatija reshenij jekonomicheskimi agentami // Jekonomika i matematicheskie metody. 2003. T. 39, № 2. S. 167-182.
3. Kristalinskij V. R., Aleksandrova V. I. Metodika prognozirovanija stoimosti perspektivnogo obrazca vooruzhenija i voennoj tehniky na osnove metodov nechetkoj logiki. Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Sistemy komp'juternoj matematiki i ih prilozhenija». Smolensk, SmolGu.- 2012, S. 64-67.
4. Morjakova A.V., Krivenceva M.A. Upravlenie cenoobrazovaniem na predpriyatii: jekonomicheskoe sodержanie, zadachi, metody // Jekonomika i upravlenie: novye vyzovy i perspektivy. 2013. № 4. S. 194-196.
5. Sudov E.V., Levin A.I. Konceptija razvitija CALS-tehnologij v promyshlennosti Rossii / NIC CALS-tehnologij «Prikladnaja logistika», М., 2002.

6. Filatov A.Ju., Ajzenberg N.I. Matematicheskie modeli nesovershennoj konkurencii. Irkutsk: Izd-vo IGU, 2012. 117 s.

Поступила 14.10.2016

Об авторах:

Кристалинский Владимир Романович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Смоленского Государственного университета, kristvr@rambler.ru;

Берестнева Анастасия Александровна, магистрант Смоленского Государственного университета, Nastyaskorpion@mail.ru.