УДК 338.24:338.518

Никитина О.А., аспирант Белгородского государственного университета
Ткаченко Г.И., канд. физ.-мат. наук, доцент, заместитель декана факультета бизнеса и сервиса Белгородского государственного университета

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ И НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Применительно к этапам жизненного цикла продукции в работе рассматривается методика решения задачи оценки ее конкурентных преимуществ с применением математической логики и нелинейного программирования. Приводится математическая формулировка задачи.

Разработана модель оценки и управления конкурентными преимуществами продукции, а также алгоритм обеспечения конкурентоспособности и конкурентных преимуществ региона

В современных условиях рыночных отношений в экономике управления организацией разработка организационно-экономического механизма обеспечения конкурентоспособности ее продукции и конкурентных преимуществ региона в целом невозможна без применения информационных технологий[1,2], параллельного инжиниринга[3] и интегрированной информационной среды. Обеспечение конкурентоспособности продукции и конкурентных преимуществ региона является сложной многопараметрической задачей, включающей в себя объемный комплекс финансовых, технических, технологических, экономических, социальных и других характеристик, критериев, параметров, факторов и показателей.

Предстоящее вступление России в ВТО обусловливает возрастающую необходимость воспроизводить, закреплять и развивать на должном уровне конкурентоспособность и конкурентоустойчивость высокотехнологической продукции предприятий-производителей, которые во многом определяют уровень экономического развития и качество жизни региона и страны в целом.

Поддержание высокого уровня конкурентных преимуществ региона, с нашей точки зрения, должно осуществляться по следующему алгоритму (рис. 1).

На сегодняшний день определяющими ключевыми факторами, которые формируют качество продукции организации и конкурентные преимущества региона, являются локальные критерии технического и технологического уровня промышленного и агропромышленного производства.

Для оценки и управления конкурентными преимуществами продукции региона вначале необходимо разработать модель, которая включает в себя следующие ключевые этапы (рис. 2):

– формирование системы локальных критериев качества продукции и на их основе разработку обобщенного критерия;

– формирование и оценка требований к конкурентным преимуществам продукции региона;

– синтез целевой функции определения конкурентных преимуществ продукции региона;

[1] Информационное обеспечение управления конкурентоспособностью / Под ред. проф. С.Г. Светунькова. – М.,ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – С. 75-92.

[2] Фатхутдинов Р.А. Стратегическая конкурентоспособность России // Стандарты и качество. – 2003. – № 5. – С. 52–58.

[3] Никифоров А.Д. Управление качеством: Пособие для вузов. – М.: ДРОФА, 2004. – С. 119–124.

– разработка метода или алгоритма решения целевой функции оценки конкурентных преимуществ продукции региона;

– решение целевой функции оценки конкурентных преимуществ продукции региона;

– разработка модели управления конкурентными преимуществами продукции региона;

– оценка результатов деятельности системы управления конкурентными преимуществами продукции региона.

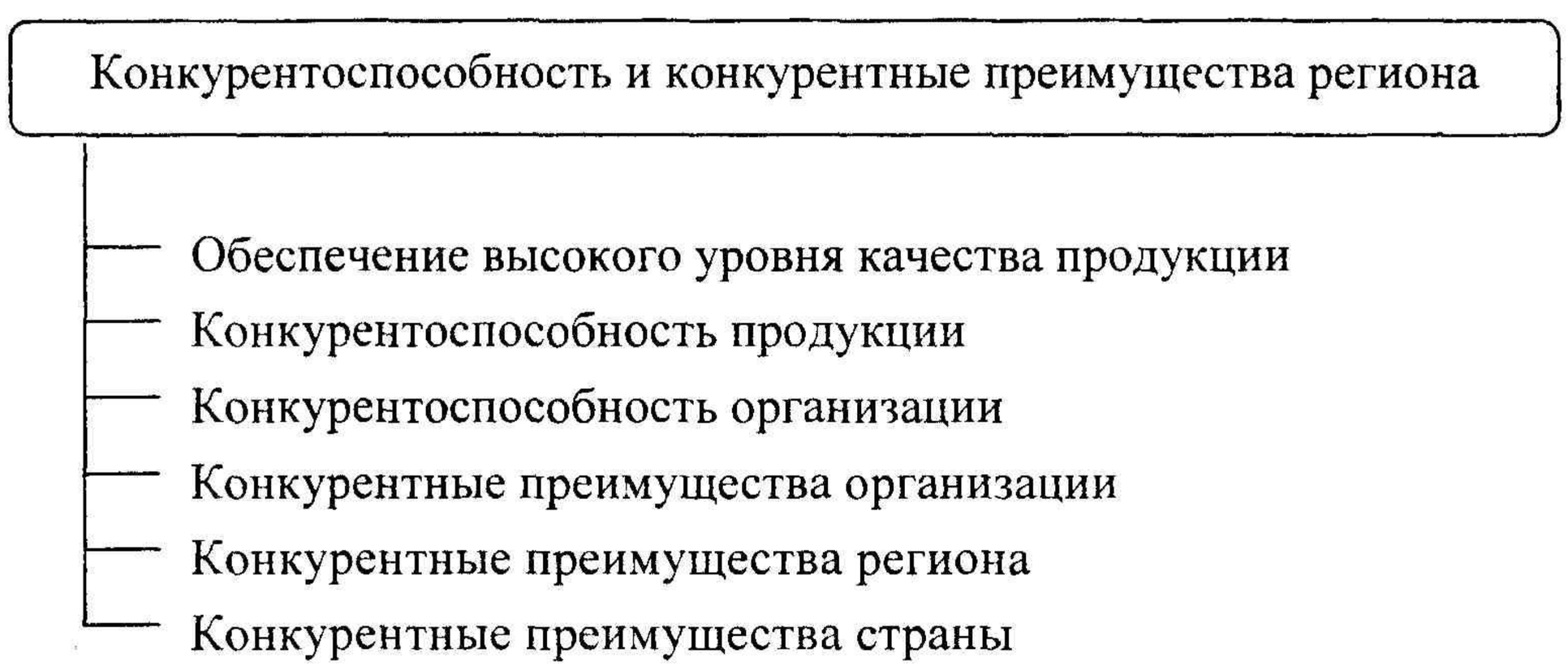

Рис. 1. Алгоритм обеспечения конкурентоспособности и конкурентных преимуществ региона

При этом необходимо комплексно учитывать взаимосвязь и взаимозависимость всех этапов жизненного цикла продукции и товаров. Все условия (требования), накладываемые при проектировании, изготовлении, испытании и эксплуатации продукции и товаров и обеспечивающие успешное и эффективное выполнение возложенных на них функций, должны рассматриваться и удовлетворяться совместно, начиная с этапа разработки технического задания.

Однако не вполне ясно, как технически осуществить совместное удовлетворение всех условий, поставленных и возникающих при разработке сложных проектов, в частности, согласование, совместное удовлетворение всех условий с естественным последовательным ходом этапов разработки и существования продукции и товаров. Причем выполнение условий рассматриваемого этапа не должно противоречить условиям предыдущих этапов. Кроме того, все условия проекта должны быть сформулированы таким образом, чтобы к моменту начала эксплуатации продукции их параметры и характеристики морально не устарели и обеспечивали бы им высокий уровень качества, конкурентоспособности и конкурентных преимуществ. При этом будем исходить из того, что все условия могут быть сформулированы в виде нелинейных неравенств. В данной работе предлагается методика решения задачи оценки конкурентных преимуществ продукции и товаров, базируясь на применении сформулированных выше подходов. Существенной особенностью предлагаемой методики определения конкурентоспособных параметров продукции и товаров, характеристики которых заданы или ограничены, является использование обычных, проверенных практикой способов вычисления отдельных характеристик в функции их параметров. В число требований или условий, предъявляемых к продукции или товарам, должны, как отмечалось выше, входить экономические, технические, экологические, эксплуатационные и другие требования (табл.).

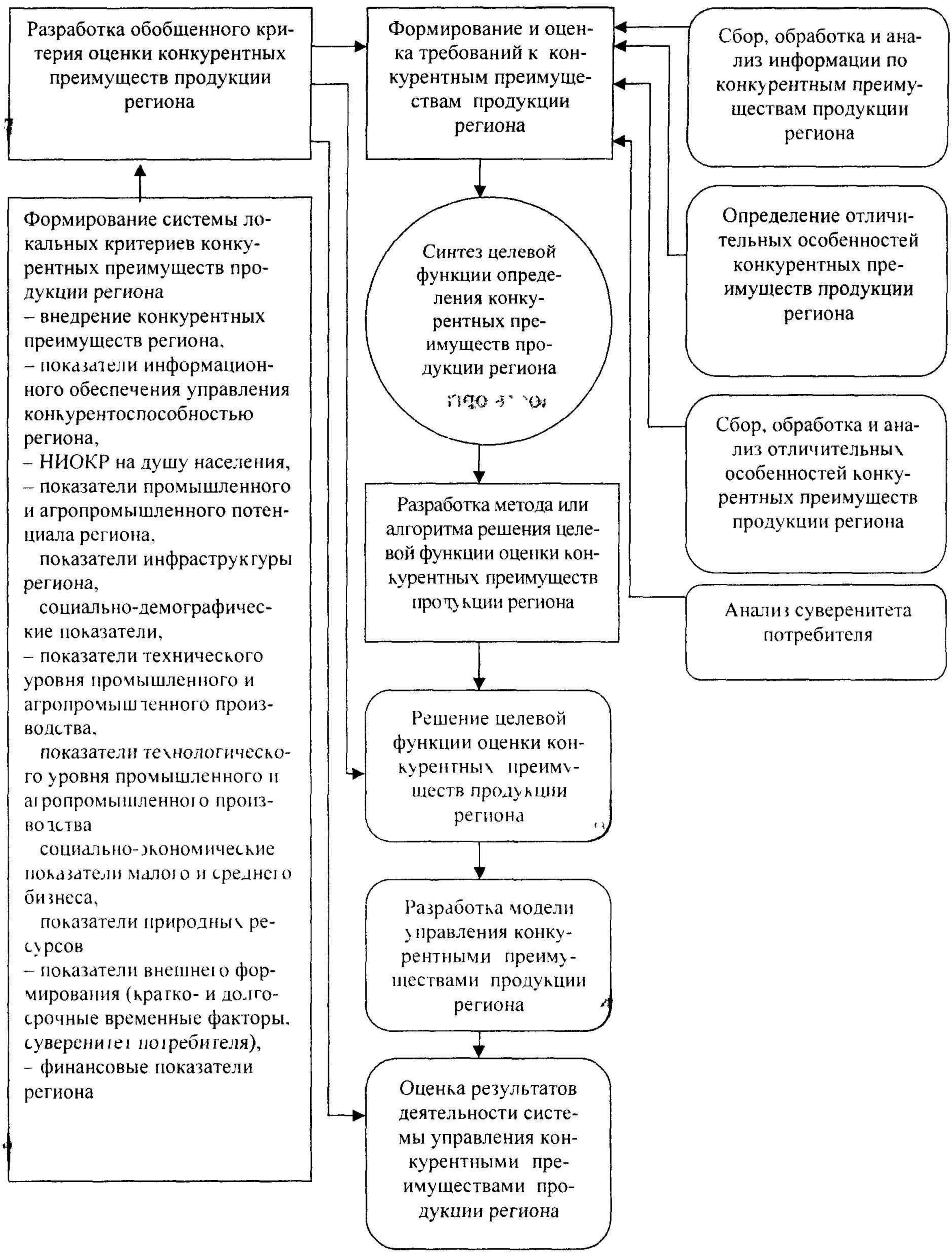

Рис 2. Модель оценки и управления конкурентными преимуществами региона

Математическую формулировку задачи представим следующим образом:

– необходимо в количественной или в относительной форме оценить уровень конкурентоспособности и конкурентных преимуществ продукции (товаров) в функции ее параметров x_1 x_2 x_m и характеристик $r_i(x_1\ x_2\ x_m)$ из условия их эквивалентного влияния на целевую

функцию проекта на всех этапах ее жизненного цикла.

Методику решения поставленной задачи рассмотрим на схематизированном примере для гипотетического транспортного средства. В таблице приведена возможная структура характеристик, по которым ниже будут сформулированы требования или простые условия в форме нелинейных неравенств.

Простые условия по характеристикам сформулируем следующим образом:

$$max\ \bar{a} - \bar{a}_{тз} \leq 0 \qquad (f_1)$$

или

$$+H \leq 0\ , \qquad (g_1)$$

где $\bar{a}$, $\bar{a}_{тз}$ – расчетная и задаваемая по техническому заданию величины себестоимости перевозки 1 тыс. км;

H – высота над уровнем моря, на которой перемещается транспортное средство.

Здесь связка «или» означает дизъюнкцию $\vee$ требований по характеристикам.

Таблица

Структура характеристик транспортного средства

№ п/п	Характеристики транспортного средства	Требование по техническому заданию (тз)	Простые условия	
			по характеристикам	по высотам
1	Себестоимость перевозки 1 тыс. км	$\bar{a}_{тз}$	f_1	g_1
2	Удельный расход горючего на лошадиную силу	$C_{уд\ тз}$	f_2	g_2
3	Удельная нагрузка на мощность	$P_{уд\ тз}$	f_3	g_3
4	Скорость движения транспортного средства	$u_{тз}$	f_4	$g_1\ g_4$
5	Коэффициент трения качения при движении транспортного средства	$F_{тр\ тз}$	f_5	$g_1\ g_4$
6	Дальность пробега без дозаправки	$L_{тз}$	f_6	$g_1\ g_4$

Аналогично записываем простые условия f_1 и g_1 по другим характеристикам, которые представлены в таблице.

$$C_{уд} - C_{удтз} \leq 0 \qquad (f_2)$$

или

$$600 - H \leq 0, \qquad (g_2)$$

где $C_{уд}$ – удельный расход горючего на лошадиную силу в час при эксплуатации транспортного средства на высоте от 0 до 600 м не должен превосходить $C_{уд\ тз}$

$$P_{уд\ тз} - P_{уд} \leq 0 \qquad (f_3)$$

или

$$800 - H \leq 0, \qquad (g_3)$$

где $P_{уд}$ – удельная нагрузка на мощность должна быть не менее $P_{уд\ тз}$ на высоте движения транспортного средства от 0 до 800 м.

$$max\ u + u_{тз} \leq 0 \qquad (f_4)$$

и

$$max\ F_{тр} + F_{тр\ тз} \leq 0 \qquad (f_5)$$

или

$$+H \leq 0 \qquad (g_1)$$

$$2000 - H \leq 0, \qquad (g_4)$$

где $max\ u$, $u_{тз}$ – максимальная и задаваемая по техническому заданию скорость

движения транспортного средства на высотах эксплуатации $0 \le H \le 2000$ м.

$F_{тр}$, $F_{тр\ тз}$ – расчетная и задаваемая по техническому заданию величина сил трения между колесами транспортного средства и поверхностью его передвижения;

$$max\ L_{проб} + L_{проб\ тз} \le 0 \qquad (f_6)$$

и

$$-\ max\ F_{тр} + F_{тр\ тз} \le 0 \qquad (f_5)$$

или

$$+H \le 0 \qquad (g_1)$$

$$2000 - H \le 0, \qquad (g_4)$$

где $L_{проб}$ $L_{проб\ тз}$ – расчетная и задаваемая по техническому заданию величина дальности пробега транспортного средства без дозаправки.

Перейдем к логической формулировке задачи применительно к рассматриваемому примеру.

Систему простых условий f_i и g_i можно символически записать в виде системы пяти сложных условий:

$$\begin{cases} f_1 \vee g_1 \\ f_2 \vee g_2 \\ f_3 \vee g_3 \\ (f_4 \wedge f_5) \vee (g_1 \vee g_4) \\ (f_5 \wedge f_6) \vee (g_1 \vee g_4) \end{cases} \qquad (1)$$

В выражнении (1) –) $\vee$ – «или» (дизьюнкция);

$\wedge$ – «и» (коньюкция)[1]

Скобка, охватывающая систему (1), означает конъюкцию всех пяти сложных условий, выражающих конечную цель проекта.

Введем невязки простых условий $\bar{f}_i \le 0, \bar{g}_i \le 0$

$$\Delta_i = \begin{cases} 0\ при\ \bar{f}_i \le 0 \\ \bar{f}_i\ при\ f_i > 0 \end{cases}, \qquad (2)$$

и

$$\varphi_{jk} = \begin{cases} 0\ при\ g_j \le 0 \\ \min(1, g_j)\ при\ g_j > 0 \end{cases} \qquad (3)$$

Тогда конъюкция сложных условий (1) эквивалентна следующему уравнению:

$$\sigma(X) = \Delta_1\varphi_{11} + \Delta_2\varphi_{12} + \Delta_3\varphi_{13} + (\Delta_4 + \Delta_5)\varphi_{11}\varphi_{14}, \qquad (4)$$

где σ (X) – целевая или критериальная функция невязок, которая обращается в нуль тогда и только тогда, когда удовлетворена система условий (1).

Таким образом, задача сводится к минимизации неотрицательной целевой функции $\sigma(X)$, т.е. к нелинейному программированию.

Всю процедуру создания промышленной продукции и товаров представим в виде целевой функции σ (X), которая является суммой целевых функций $\sigma_i(X)$ соответствующих i-тых этапов:

$$\sigma(X) = \sigma_1(X) + \sigma_2(X) + .. + \sigma_m(X) \qquad (5)$$

В выражении (5) X – вектор проектных параметров.

Алгоритм решения целевой функции в форме (5) предлагается осуществлять в следующей последовательности.

Для каждого i-го этапа разрабатывается своя целевая функция $\sigma_i(X)$, обосновывается и выбирается локальный критерий качества продукции или товаров. Целевая функция i-го этапа $\sigma_i(X)$ разрабатывается по следующему алгоритму:

– для рассматриваемого этапа определяются соответствующие параметры x_1 x_2 x_n;

– обосновывается и выбирается структура характеристик $r_i(x_1\ x_2\ x_m)$;

– причем эти характеристики всегда можно представить в виде аналитических зависимостей или с требуемой точ-

[1] Ершов Ю.Л , Палютин Е.А. Математическая логика Учебное пособие для студентов математических вузов – 4-е изд., стер. – СПб. – М – Краснодар. Лань, 2005 - 336 с

ностью приближенно методом аппроксимации статистической информации, или используя эмпирические зависимости, матричные и другие формы представления $r_i(x_1\ x_2,\ \ ,x_n)$;

– определяются такие требования по параметрам $x_1\ \ x_2\ \ ,x_n$ и характеристикам $r_i(x_1, x_2\ \ ,x_n)$, которые обеспечивали бы продукции соответствующий уровень ее конкурентоспособности и качества, причем требования по характеристикам, как известно, могут ограничиваться как «снизу», так и «сверху»;

– разрабатывается для данного этапа структура (состав) характеристик $r_i(x_1, x_2\ \ x_n)$, которые будут включены в целевую функцию $\sigma_i(X)$;

– производится расчет невязок $\Delta(x_1\ \ x_2\ \ x_n)$ для характеристик $r_i(x_1\ x_2\ \ x_n)$, входящих в целевую функцию $\sigma_i(X)$ рассматриваемого этапа; под невязками $\Delta_i(x_1\ x_2\ \ x_n)$ будем понимать отклонение или разницу между расчетным значением характеристики $r_i(x_1\ x_2\ \ x_n)_{расч}$ и ее требуемого значения $r_i(x_1\ x_2\ \ x_n)_{треб}$ по ТЗ;

– определяются коэффициенты важности или значимости γ_i для каждой из характеристик, входящих в целевую функцию $\sigma_i(X)$ для любого этапа, которые учитывают масштабное и эквивалентное влияние i-гой характеристики на величину целевой функции $\sigma_i(X)$;

– производится расчет целевой функции $\sigma_i(X)$ для рассматриваемого этапа;

– разрабатывается структура целевой функции $\sigma(X)$ общего проекта продукции;

– выбирается (разрабатывается) математический метод решения целевой функции $\sigma(X)$;

– производится расчет целевой функции $\sigma(X)$, минимальное значение которой будет определять такое качество продукции, которое обеспечивает ее конкурентоспособность. При этом выбор рационального варианта продукции производится с применением локальных критериев качества.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, целевую функцию $\sigma_i(X)$ для i-того этапа создания продукции можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned}\sigma_i(X) = {} & \gamma_1 \Delta_1(x_1, x_2,\ \ ,x_n)+ \\ & + \gamma_2 \Delta_2(x_1, x_2,\ \ ,x_n)+,..,+ \\ & + \gamma_m \Delta_m (x_1\ x_2,\ \ x_n)\end{aligned} \qquad (6)$$

В выражении (6) невязки $\Delta_i(x_1\ \ x_2\ \ x_n)$ равны нулю, если требования по i-тым характеристикам выполняются. При невыполнении требований невязки больше нуля, т.е. равны разности между требуемым и расчетным значениями для рассматриваемых характеристик.

Целевую функцию i-того этапа в более общем виде представим следующим образом:

$$\sigma_i(X) = \sum_{i=1}^{m} \gamma_i \Delta_i(X) \qquad (7)$$

Для рассматриваемого этапа выгодность того или иного сочетания оптимизируемых параметров x_i и соответствующих им характеристик $r_i(x_1\ x_2\ \ x_n)$ определяют выражением (7), которые обращаются в нуль при условии одновременного удовлетворения всех требований по характеристикам. Для практических задач мерой оценки рациональности или оптимальности получаемых решений будет условие:

$$\sigma_i(X) = \sum_{i=1}^{m} \gamma_i \Delta_i(X) \to 0 \qquad (8)$$

В выражениях (6), (7), (8) коэффициент γ_i учитывает равновесное или эквивалентное влияние характеристик на величину целевой функции.

Отметим, что чем большее число характеристик будет включено в рассматриваемую целевую функцию $\sigma_i(X)$, или ее экономическую модель, тем более высоким будет уровень конкурентоспособности и качества продукции. Поскольку достигается условие совместного удовлетворения всех простых условий или требований по характеристикам, в (8) коэффициент важности (значимости) показывает, насколько изменится эффективность продукции, если i-тая характеристика изменится на $\Delta r_i(x)$. Экономическая модель i-того этапа обусловливает свою совокуп-

ность затрат, определяющих соответствующий уровень качества продукции На обеспечение какого-либо свойства, характеристик, параметров, показателей необходимо затратить конструкционный материал и выбрать определенный технологический процесс Последний в определяющей степени влияет на уровень организации производства, а следовательно, на уровень управления качеством и конкурентоспособностью продукции.

Таким образом, можно предложить следующую последовательность решения задач по созданию конкурентоспособной продукции, обеспечивающей конкурентные преимущества региона

– определение множества простых условий, их группировка в соответствии с графиком выполнения проекта,

– определение величин потребных характеристик проекта, исходя из условий рынка,

– выбор «теории», т е способов вычисления невязок простых условий f_i и g_i,

– выбор варьируемых параметров x_1 x_2 x_n и диапазона их изменения, при этом необходимо минимизировать число параметров например, путем использования обобщенных параметров,

– замыкание «теории», т е такое дополнение, ее, чтобы для любого сочетания варьируемых параметров можно было вычислить логическую формулу проекта (1),

– составление целевой функции проекта, т е функции невязок (4) по ее уточненной логической формуле (1),

– численное решение задачи проекта, т е поиск нулей целевой функции $\sigma(X)$ (5), используя метод последовательных приближений по каждому этапу и анализ получаемых решений

Список литературы

1 Информационное обеспечение управления конкурентоспособностью / Под ред проф С Г Светунькова – М ЮНИТИ-ДАНА, 2000 – С 75–92

2 *Фатхутдинов Р А* Стратегическая конкурентоспособность России // Стандарты и качество – 2003 – № 5 – С 52–58

3 *Никифоров А Д* Управление качеством Пособие для вузов – М: ДРОФА, 2004 – С 119–124

4 *Ершов Ю Л Палютин Е А* Математическая логика Учебное пособие для студентов математических вузов – 4-е изд стер – СПб – М Краснодар Лань, 2005 – 336 с