

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ**

А.П. Цеплит, аспирант, ст. преподаватель, А.А. Григорьева, к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

** Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
652050, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)64942*

E-mail: antonina505@mail.ru

Характерной чертой процесса принятия решений о конкурентоспособности инновационной продукции (ИП) является его непрерывность. Это связано с тем, что конкурентоспособность инноваций необходимо проследить на всех этапах их жизненного цикла. В связи с этим это будет не одна, а система моделей, т.к. разные модели будут применяться для получения оценок конкурентоспособности на основных этапах жизненного цикла инновационной продукции.

Задача определения конкурентоспособности ИП является многокритериальной и относится к классу слабоструктурированных задач, которые содержат как количественные, так и качественные элементы, причем малоизвестные и неопределенные стороны задачи имеют тенденцию доминировать. Модель данной задачи может быть построена на основе дополнительной информации, получаемой от лица, принимающего решение (ЛПР). Поэтому при моделировании процесса принятия решений о конкурентоспособности инновационной продукции используются методы многокритериальной оценки альтернатив. Основоположник теории нечетких множеств Л. Заде отмечал, что обычные методы анализа систем и моделирования на ЭВМ, основанные на точной обработке численных данных, по существу не способны охватить огромную сложность процессов человеческого мышления и принятия решений. Следовательно при построении моделей принятия решений о конкурентоспособности продукции помимо многокритериального подхода возникает необходимость использования нечеткой логики, нечетких понятий и отношений, позволяющих моделировать плавное, постепенное изменение свойств, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных.

Модель прогнозирования потребительских предпочтений ИП на стадии маркетинговых исследований

Спрос на инновационную продукцию порождается потребностями (предпочтениями) и возможностями потребителей. Прогнозируя спрос, нельзя ориентировать производство продукции лишь на удовлетворение потребностей или предпочтений потребителей без учета реальной платежеспособности тех, для кого предназначается конкретная продукция, и тех факторов, которые влияют на поведение покупателей (цена, степень необходимости продукции, качество, престиж и т.д.). Однако, следует помнить, что спрос на продукцию определяет ее конкурентоспособность с позиции потребителя. В то же время конкурентоспособность продукции определяется ее технико-экономическими характеристиками, которым уделяет существенное внимание производитель. То есть возникает диалог между потребителем и производителем продукции, в ходе которого осуществляется прогнозирование предпочтений потребителей и выявляется их отношение к продукции с целью дальнейшего воздействия на спрос. Для оценки отношений потребителя к технико-экономическим характеристикам продукции и оптимизации диалога между потребителем и производителем наукоемкой продукции предлагается методика, которая включает в себя следующие этапы [1].

Этап 1. Составляется перечень возможных потребительских требований-предпочтений (ПТ) к исследуемой продукции. Потребительские требования формулируются на языке потребителя.

Этап 2. Оценка значимости каждого требования, т.е. проставление рейтинговой оценки каждому требованию потребителя. Это достигается путем проведения экспертных опросов потенциальных потребителей. Трудоемкость этого этапа зависит от количества респондентов и числа выявленных требований.

Этап 3. Формирование комплекса технико-экономических характеристик (ТЭХ) продукции, по которому будет производиться оценка уровня конкурентоспособности продукции с одной стороны, а с другой – отношение потребителя к продукции. ТЭХ формулируются на профессиональном языке (языке производителя).

Этап 4. Строится матрица размерностью $M \cdot N$ (M – количество ТЭХ продукции, N – количество потребительских требований). Причем для удобства пользования потребительские требования обычно ранжируются в порядке убывания значимости.

Этап 5. Определение жесткости связи между ПТ и ТЭХ. Это самый трудоемкий этап методики. Во-первых, встает вопрос, какой вид регрессионной зависимости использовать. Анализ литературы по структурированию функций качества показал, что обычно используются линейные зависимости, так как они вполне подходят в качестве первого приближения. Мерой жесткости связи выступает при этом статистический коэффициент корреляции. Во-вторых, необходимо выбрать относительную шкалу оценки жесткости связи. Очевидно, лучше всего использовать экспертные оценки для избежания рутинных расчетов. Выбор дискретных значений шкалы субъективен и определяется психологией эксперта. Однако, для того, чтобы использовать данные значения в качестве коэффициента корреляции, необходимо применить шкалу с интервалом значений от -1 до 1 . Негативная связь между показателями означает, что рост потребительского требования влечет за собой снижение значения ТЭХ продукции. Наоборот, положительная связь означает, что рост потребительского требования способствует увеличению значения ТЭХ продукции.

Этап 6. Определение рейтинговых оценок ТЭХ продукции. На этом этапе записываются итоговые многофакторные регрессионные зависимости ТЭХ от ПТ. Полученные таким образом оценкам ТЭХ можно использовать в качестве рейтингов технико-экономических показателей продукции. То есть это ключевые индикаторы, позволяющие судить о том, каким характеристикам должен уделять первоочередное внимание производитель продукции при решении задачи максимального удовлетворения потребительских требований (предпочтений).

Этап 7. Определение интегральной оценки конкурентоспособности продукции. Ее можно представить как средневзвешенную из технико-экономических характеристик. Весами могут служить значимости характеристик по степени влияния на уровень конкурентоспособности продукции. Данные веса также можно определять экспертным путем.

Модель прогнозирования потребительских предпочтений позволяет достаточно корректно и достоверно рассчитать вероятный спрос, мотивацию поведения потребителей, их отношение к предлагаемой продукции.

Универсальная модель рейтинговой оценки конкурентоспособности ИП на стадии синтеза идеи и НИОКР

Модель базируется на основе метода расчета степеней предпочтения с учетом порога предпочтительной конкурентоспособности [2]. В модели приняты следующие допущения: существование определенного уровня компетентности экспертов; характеристика продукции p признаками; варьирование степени важности признаков (критериев) при присвоении данной продукции рейтинга между экспертами; предпочтение одного вида продукции другому, если его признаки по своей степени важности более близки к оценке экспертов.

Предполагается, что $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множество экспертов, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ – множество признаков (критериев) продукции и $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$ – множество видов продукции (альтернатив).

Алгоритм работы модели следующий:

1. Анализ данных об альтернативах (инновационной продукции).
2. Анализ сведений о признаках (критериях) конкурентоспособности продукции.
3. Формирование матрицы важности признаков продукции экспертами (R).
4. Формирование матрицы степеней совместимости видов альтернатив (продукции) с признаками (S).
5. Расчет матрицы взвешенных степеней предпочтения продукции экспертами (T).
6. Расчет матрицы выпуклых пересечений степеней предпочтения продукции экспертами (W).
7. Расчет порога предпочтительной конкурентоспособности инноваций
8. Расчет рейтинга продукции.

Данную модель можно применить на всех этапах жизненного цикла ИП, меняя систему критериев. На начальных стадиях (маркетинговые исследования, синтез идеи, НИОКР) используются следующие критерии: A_i – коэффициент актуальности решенной технической задачи; Pr – коэффициент соответствия решенной технической задачи программам важнейших работ научно-технического прогресса; S_z – коэффициент сложности технической задачи; O_i – коэффициент объема использования решенной технической задачи; $Ш_o$ – коэффициент широты охвата охранными мероприятиями решенной технической задачи.

На этапе производства, реализации, эксплуатации используются следующие критерии: «значимость технического решения» ($Z_{тр}$), финансовый приоритет от выпуска продукции ($\Phi_{п}$), критерии

эффективности производства (\mathcal{E}_Π) и сбыта продукции (\mathcal{E}_C). Можно вместо критерия «значимость технического решения» ($Z_{\text{тр}}$) использовать признак инновационной продукции NPV – чистая текущая стоимость.

Проведем апробацию рейтинговой модели на примере оценки конкурентоспособности шахтных крепей. Оценку производили десять экспертов (x_i). Оценивались следующие марки шахтных крепей (альтернатив): z_1 – 1УКП (Украина), z_2 – Тагор 13 / 29 – 03 (Польша), z_3 – Фазос 12/25 (Польша), z_4 – М -138 /2 (ОАО «Юргинский машиностроительный завод»). Продукция оценивалась по следующим критериям: Y_1 – коэффициент актуальности решенной технической задачи (Аи); Y_2 – коэффициент соответствия решенной технической задачи программам важнейших работ научно-технического прогресса (Пр); Y_3 – коэффициент сложности технической задачи (Сз); Y_4 – коэффициент объема использования решенной технической задачи (Ои); Y_5 – коэффициент широты охвата охраняемыми мероприятиями решенной технической задачи (Шо). Данные критерии входят в состав показателя «Значимость технического решения» [3].

Матрица нечеткого бинарного отношения R представлена в таблице 1.

Таблица 1

Матрица нечеткого бинарного отношения

Эксперты \ Веса	Аи	Пр	Сз	Ои	Шо
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
X_1	0	1	0	0	1
X_2	0	0	1	0	1
X_3	0	0	0	1	0
X_4	1	1	1	1	1
X_5	0,8	0,4	0,5	0,9	0,7
X_6	0,7	0,3	0,4	0,8	0,2
X_7	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
X_8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
X_9	0,6	0,7	0,8	0,5	0,4
X_{10}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

В этой матрице элементы каждой строки выражают относительные степени важности признаков в принятии экспертом решения о присвоении рейтинговой оценки.

Затем эксперты оценивают степень принадлежности или совместимость продукции z с признаком (критерием) u . В матричной форме (S) это представлено в таблице 2.

Таблица 2

Степень совместимости продукции с критериями

Продукция \ Признаки		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Аи	Y_1	0,9	0,1	0,5	0,7
Пр	Y_2	0,5	0,9	0,6	0,6
Сз	Y_3	0,4	0,9	0,5	0,4
Ои	Y_4	0,8	0,1	0,5	0,6
Шо	Y_5	0,1	0,1	0,1	0,1

На основе расчета функции принадлежности, получаем матрицу взвешенных степеней предпочтения продукции экспертами (Т) [4].

Наконец, из матрицы Т получаем матрицу выпуклых пересечений степеней предпочтения инноваций экспертами W.

На основе матрицы W и условия:

$$w < \min_{ij} \max_x \min [\mu_{A_i}(x, z_i), \mu_{A_j}(x, z_j)] ,$$

рассчитаем порог предпочтительной конкурентоспособности альтернативы [4]. В нашем случае $w = 0,61$. Применяя $0,61$ в качестве порога различения, определим следующие совокупности экспертных оценок для продукции: $P_1=\{x_5, x_9\}$; $P_2=\{x_7, x_9\}$; $P_3=\{x_5, x_9\}$; $P_4=\{x_5, x_9\}$.

Рассчитаем рейтинг продукции:

$$R_{cp}(z_1) = (0,707+0,61)/10=0,132;$$

$$R_{cp}(z_2)=0,145; R_{cp}(z_3)=0,128; R_{cp}(z_4)= 0,130.$$

Эта модель, по сути, является универсальной. Оправданным будет применение модели к экспертизе конкурентоспособности предприятий или инвестиционных проектов

Выявлено, что конкурентоспособность продукции на разных сегментах потребительского рынка является различной. Следовательно, производитель должен вначале осуществить правильную сегментацию потребительского рынка, а затем уже рассчитывать рейтинг продукции.

Интегральная модель оценки конкурентоспособности ИП на этапах производства, реализации и эксплуатации инновационной продукции

Данная модель быстро и объективно отображает картину положения продукции на рынке на стадиях производства, реализации и эксплуатации продукции. Основой расчета конкурентоспособности продукции является оценка четырех групповых критериев конкурентоспособности: «значимость технического решения» (Z_{tr}), финансовый приоритет продукции (Φ_n), эффективность производства (\mathcal{E}_n) и сбыта продукции (\mathcal{E}_c). Для обеспечения репрезентативности критерии имеют коэффициенты весомости. Определение этих коэффициентов проводится методом попарных сравнений [5].

Расчет коэффициента конкурентоспособности проводится по формуле:

$$K_n = a_1 \cdot \mathcal{E}_n + a_2 \cdot \Phi_n + a_3 \cdot \mathcal{E}_c + a_4 \cdot Z_{mp}, \quad (1)$$

где K_n – коэффициент конкурентоспособности продукции;

\mathcal{E}_n – значение критерия эффективности производственной деятельности предприятия;

Φ_n – значение критерия финансового приоритета от выпуска продукции;

\mathcal{E}_c – значение критерия эффективности организации сбыта;

Z_{mp} – значение показателя «значимость технического решения»;

a_1, a_2, a_3, a_4 – коэффициенты весомости (степени принадлежности).

Алгоритм расчета интегрального коэффициента конкурентоспособности включает 3 этапа:

1. Расчет единичных показателей конкурентоспособности и перевод показателей в баллы. Для этого производится их сравнение с базовыми показателями: среднеотраслевыми, аналога-конкурента, за прошлый отрезок времени, лидера-конкурента на рынке. В целях перевода показателей в относительные величины (баллы) используется десятичная шкала от 0 до 1.

2. Расчет критериев по соответствующим формулам.

3. Расчет коэффициента конкурентоспособности по формуле 1.

Модифицированная интегральная модель оценки конкурентоспособности ИП

Главной целью внедрения инновационной продукции является максимизация благосостояния собственников инновационно активного предприятия, то есть прирост рыночной стоимости организации и сумм выплачиваемых дивидендов. Наиболее близок к рыночной стоимости предприятия критерий чистой текущей стоимости (NPV). Действительно, NPV можно рассматривать как цену, по которой инвестор мог бы продать инновационную продукцию, получив нормальную экономическую прибыль. Применение NPV в качестве оценочного критерия предпочтительно потому, что он: отражает реальный экономический эффект инвестиций в инновации, то есть приведенные к настоящему времени доходы за вычетом издержек; характеризует приток денежных средств, которые могут быть направлены на сбережения (капитализированы) и на потребление (выплачены в виде дивидендов). Это особенно актуально, так как осуществление инновационной политики промышленного предприятия происходит посредством успешной реализации конкретных инновационных проектов. В связи с этим, вместо критерия «значимость технического решения» в ранее разработанной модели будем использовать критерий чистой текущей стоимости, следовательно интегральная модель будет выглядеть следующим образом:

$$K_n = a_1 \cdot \mathcal{E}_n + a_2 \cdot \Phi_n + a_3 \cdot \mathcal{E}_c + a_4 \cdot NPV, \quad (2)$$

где NPV – чистая текущая стоимость.

NPV определяется как разность дисконтированных денежных потоков поступлений и платежей, производимых в процессе реализации инновационного проекта. Экономический смысл NPV можно представить как результат, получаемый немедленно после принятия решения об осуществлении инновационного проекта. Положительное значение NPV свидетельствует о целесообразности принятия решения о финансировании и реализации инновационного проекта, а при сравнении альтернативных вариантов экономически выгодным считается вариант с наибольшей величиной NPV .

Взаимосвязь моделей принятия решений о конкурентоспособности ИП

Предложенная система моделей позволяет охватить все этапы жизненного цикла инновационной продукции. Выходная информация оценки конкурентоспособности ИП на начальных стадиях жизненного цикла продукции становится входной информацией для оценки конкурентоспособности на последующих этапах жизненного цикла продукции. Существует возможность обработки качественной информации и преобразования ее в количественные оценки, что особенно важно на этапах синтеза идеи и маркетинговых исследованиях. В зависимости от цели исследования конкурентоспособности инноваций ЛППР может останавливаться на любом из уровней системы и самостоятельно решать, в зависимости от текущей ситуации, на какие критерии стоит обратить внимание и включить в анализ.

Литература.

1. Григорьева А.П. (Цеплит А. П.) Прогноз потребительских предпочтений инновационной продукции на стадии маркетинговых исследований // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С195-197.
2. Григорьева А.П. (Цеплит А.П.) Оценка конкурентоспособности инноваций по критериям показателя «значимость технического решения» // Сборник материалов VI Всерос., 59-й научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 22-25 апр. 2014 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. Ю. Блюменштейн (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2014.
3. Осипов Ю.М. Показатель «значимость технического решения» имитационной модели АСУ конкурентоспособностью продукции // Автоматизация и современные технологии. - М., 1994. № 3. С.33-35.
4. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ./ Под. ред. Р.Р. Ягера.–М.: Радио и связь, 1986.–С.339-347.
5. Grigoreva A.P. (Цеплит А.П.) Integrated model of assessment competitive innovation products based on fuzzy sets theory// Европейский исследователь. Мультидисциплинарный научный журнал. №5, 2011, С. 605-606

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ЛАПЛАСА И ОТРЫВА ПЛАСТИНЫ

И.В. Карпионова, студент гр. 17Г20, Е.П. Теслева, к.ф.-м.н., доц.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В окружающем нас мире повседневных явлений действует сила, на которую мы обычно не обращаем никакого внимания. Сила эта сравнительно невелика, ее действия никогда не вызывают мощных эффектов. Тем не менее, мы не можем налить воды в стакан, вообще ничего не можем проделать с какой-либо жидкостью без того, чтобы не привести в действие силы поверхностного натяжения.

Поверхностное натяжение – явление вызванное притяжением молекул поверхностного слоя к молекулам внутри жидкости. Сила поверхностного натяжения – сила, направленная по касательной к поверхности жидкости, перпендикулярно участку контура, ограничивающего поверхность, в сторону ее сокращения.