

УДК 330.46

UDC 330.46

08.00.00 Экономические науки

Economics

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ
КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РИСКА
БАНКРОТСТВА КФХ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКО-
МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА**

**DEVELOPMENT OF AN EXPERT SYSTEM FOR
QUANTITATIVE BANKRUPTCY RISK
ESTIMATION FOR SMALL AGRICULTURAL
ENTERPRISES ON THE BASIS OF FUZZY
LOGIC APPROACH**

Ариничев Игорь Владимирович
к.э.н.
SPIN-код: 7555-6470

Arinichev Igor Vladimirovich
Cand.Econ.Sci
SPIN-code: 7555-6470

Кривко Михаил Сергеевич
Студент 1го курса магистратуры
SPIN-код: 1132-7258
*Кубанский государственный университет,
Краснодар, Россия*

Krivko Mikhail Sergeevich
Master student
SPIN-code: 1132-7258
Kuban State University, Krasnodar, Russia

В статье предложен алгоритм построения экспертной системы количественной оценки риска крестьянско-фермерских хозяйств. В основу разработки положена методология нечетко-множественного анализа в виде системы нечеткого вывода, классически включающего в себя пять этапов: формирование базы нечетких правил, фаззификация, агрегирование, активизация, дефаззификация. Все расчеты выполнялись с помощью пакета прикладных программ MATLAB 2012 включающий в себя модуль нечеткого моделирования Fuzzy. В качестве основных факторов влияющий на риск банкротства были предложены «спрос» и «издержки» предприятия. На основе экспертных оценок определялись количественные оценки входных параметров по 100-бальной системе, после чего производилась фаззификация переменных в виде трапециевидных чисел как наиболее часто встречающихся (после треугольных) в нечетко-множественном анализе. Кроме количественной оценки риска была построена поверхность нечеткого вывода, позволяющая установить зависимость значений выходной переменной от значений входных переменных исходной модели определения риска банкротства КФХ, а также необходимые значения входных переменных для достижения допустимого уровня риска экспертами малых сельскохозяйственных предприятий

The article presents an algorithm for constructing an expert system for quantitative bankruptcy risk estimation of small agricultural enterprises. Fuzzy logic analysis methodology in the form of fuzzy inference system was put as a basis for this development, classically including five steps: fuzzy rules base forming, fuzzification, aggregation, intensification, defuzzification. All the calculations were performed using MATLAB 2012 software package including Fuzzy module. Demand and costs of production were proposed as main factors influencing bankruptcy risk. Quantitative estimations of input parameters were determined by 100-point scale on the basis of expert estimations, and after that variables were fuzzified in the form of trapezoid numbers as most common in fuzzy logic analysis (after triangular). Besides quantitative estimation of bankruptcy risk a surface of fuzzy inference was constructed, allowing to determine dependence between output variable's values and input variables' values of original bankruptcy risk model, as well as necessary values of input variables values to reach acceptable level by experts

Ключевые слова: КФХ, СИСТЕМА НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА, ФУНКЦИЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ, НЕЧЕТКОЕ МНОЖЕСТВО

Keywords: SMALL AGRICULTURAL ENTERPRISES, FUZZY INFERENCE SYSTEM, MEMBERSHIP FUNCTION, FUZZY LOGIC

Краснодарский край традиционно входит в число наиболее благоприятных для сельскохозяйственного производства регионов Российской Федерации.

В 2015 году Российская Федерация вошла в число безусловных мировых лидеров по экспорту продовольствия. С определенными ограничениями, но наша страна трансформирует собственный сырьевой экспорт с нефтегазовой направленности на экспорт сельскохозяйственных товаров, в частности зерна. Безусловно, в долгосрочном плане этот процесс снизит зависимость страны от мирового технологического уклада, основанного на использовании углеводородного сырья для получения энергии, однако улучшение внешней конъюнктуры на рынках продовольствия может в дальнейшем заменить «нефтяную иглу» на «зерновую».

Ориентир на диверсификацию отечественной экономики, в том числе за счет увеличения производства и экспорта продукции сельского хозяйства, неоднократно ставился Правительством Российской Федерации и профильными министерствами в качестве основного. При этом необходимо отметить, что современное российское сельское хозяйство имеет структуру, отличную от советского образца. Среди рыночных игроков немалую долю занимают малые сельскохозяйственные предприятия, зачастую существующие в организационно-правовой форме крестьянско-фермерских хозяйств (КФХ). Так, по информации отраслевой Ассоциации крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов РФ, доля КФХ в общем валовом сборе зерна в 2015 г. возросла до 26,4% [1]. Всего в 2015 году фермерские хозяйства собрали 27,5 млн тонн зерна.

Сегодня малые сельскохозяйственные предприятия работают в условиях конкурентного рынка, и такая рыночная структура предполагает тот

факт, что некоторые предприятия будут уходить с рынка через процедуру банкротства вследствие неспособности предоставлять востребованный продукт по конкурентным ценам. В таких условиях количественная оценка риска банкротства КФХ становится актуальной задачей экономической политики.

В качестве факторов, оказывающих влияние на риск банкротства КФХ, необходимо взять показатели, характеризующие как внешние (рыночные) условия существования КФХ, так и внутренние показатели, указывающие на качество управления и ведения бизнеса КФХ. В качестве показателя внешних условий целесообразно взять спрос на сельскохозяйственную продукцию, оцененный по территориальному признаку. Большинство КФХ не работают на экспорт напрямую, поэтому ключевым фактором выживания для них является спрос на местном рынке. Продукция, произведенная КФХ, поступает на экспорт через логистические цепочки, участники которых проводят закупку сельскохозяйственной продукции у небольших производителей. При этом выручка КФХ в значительно большей степени зависит от цен, сложившихся на местном рынке, чем от цен на аналогичные товары на мировых площадках.

В качестве внутреннего фактора необходимо взять показатель, оценивающий качество производимой продукции, качество управления предприятием и его эффективность. Таким показателем может быть величина общих издержек на единицу продукции, характеризующая в том числе уровень маржинальности продукции КФХ. Вводя такой показатель, мы получаем возможность одновременно оценивать эффективность предприятия в сравнении с отраслевыми конкурентами, качество производимой продукции и величину добавленной стоимости.

Для количественной оценки риска банкротства указанных предприятий использовалась методология нечеткого моделирования (система нечеткого вывода Мамдани) [3].

В отличие от традиционной математики, требующей на каждом шаге моделирования точных и однозначных формулировок закономерностей, нечеткая логика предлагает совершенно иной уровень мышления, благодаря которому творческий процесс моделирования происходит на более высоком уровне абстракции, при котором постулируется лишь минимальный набор закономерностей.

Для достижения указанной цели были рассмотрены три лингвистические переменные $\langle \beta_i, T_i, X, G_i, M_i \rangle$, $i=1,2,3$ описывающие *спрос*, *издержки* и *риск* банкротства КФХ соответственно. Здесь β_i – наименование лингвистической переменной, T_i – множество значений переменной (базовое терм-множество), каждое из которых представляет наименование отдельной нечеткой переменной (табл. 1), X – область определения нечетких переменных, G_i – синтаксическая процедура, описывающая процесс образования новых переменных, M_i – семантическая процедура, сопоставляющая каждому значению переменной – нечеткое множество [3,5].

Таблица 1 - Сокращения для значений основных термов лингвистических переменных

Символическое обозначение	Англоязычная нотация	Русскоязычная нотация
DH	Demand high	Высокий спрос
DM	Demand middle	Средний спрос
DL	Demand low	Низкий спрос
EH	Expenses high	Высокие издержки
EM	Expenses middle	Средние издержки
EL	Expenses low	Низкие издержки
RVH	Risk very high	Очень высокий риск
RH	Risk high	Высокий риск
RM	Risk middle	Умеренный риск
RL	Risk low	Низкий риск
RVL	Risk very low	Очень низкий риск

Таким образом терм-множества для каждой переменной имеют вид $T_1=\{DH, DM, DL\}$, $T_2=\{EH, EM, EL\}$, $T_3=\{RVH, RH, RM, RL, RVL\}$. Будем оценивать рассмотренные параметры по 100 – бальной шкале.

Для оценки первой входной переменной «спрос» была составлена таблица критериев, в соответствии с которой эксперты оценивают его на конкретном КФХ (см. таблица 2)

Таблица 2 – Категории критериев оценки спроса

Значение	Критерий	Шкала (0-100)
DL	Спрос на продукцию КФХ ниже среднерыночного уровня	0-30
DM	Спрос на продукцию КФХ на среднерыночном уровне	31-60
DH	Спрос на продукцию КФХ выше среднерыночного уровня	61-100

Оценка второй входной переменной основана на анализе издержек предприятия. Для этого составляется таблица категорий величины издержек (см. таблица 3)

Таблица 3 – Категории критериев оценки издержек

Значение	Критерий	Шкала (0-100)
EL	Издержки КФХ ниже среднерыночного уровня	0-35
EM	Издержки КФХ на среднерыночном уровне	36-65
EH	Издержки КФХ выше среднерыночного уровня	66-100

Выходная переменная «риск» оценивается по следующим параметрам

Таблица 4 – Категории критериев оценки риска

Категория риска банкротства	Критерий
RVN	Очень высокая вероятность банкротства
RH	Высокая вероятность банкротства
RM	Средняя вероятность банкротства
RL	Низкая вероятность банкротства
RVL	Очень низкая вероятность банкротства

На основе полученной информации формируются функции принадлежности для каждого значения входящих и исходящей переменных (фаззификация). В данной работе каждому терму ставилось в соответствие трапециевидное число, т.е. функция принадлежности, определяемая по правилу:

$$A(a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{cases}$$

С целью формирования указанных функций, а также реализации алгоритма нечеткого вывода, был использован пакет прикладных программ Matlab 2012, содержащий редактор функций принадлежности, входящий в модуль «Fuzzy» (рис. 1)

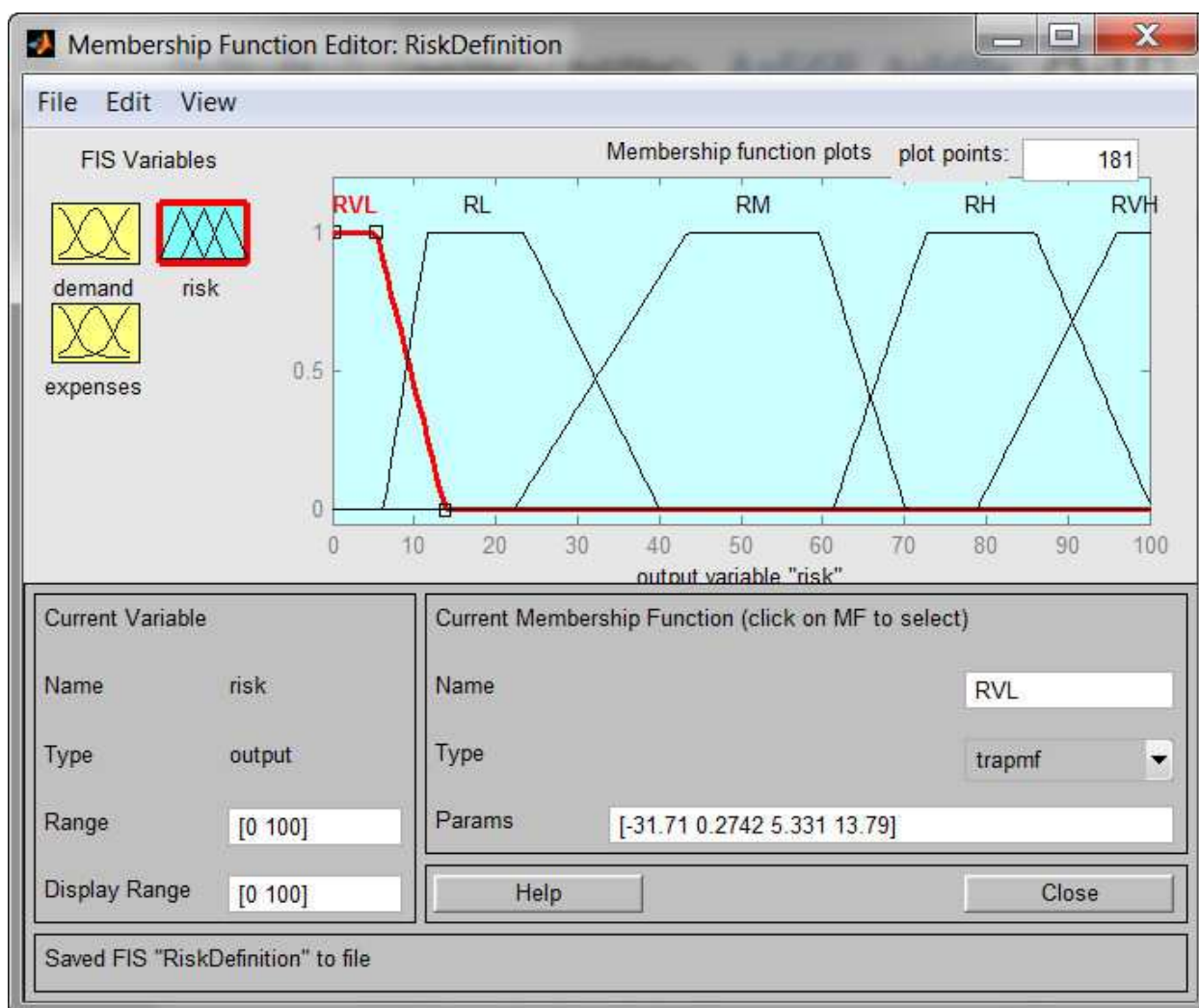


Рисунок 1 – Задание функций принадлежности для переменной «спрос» в пакете Matlab 2012

Эмпирические знания о рассматриваемой проблемной области (количественная оценка риска) могут быть представлены в виде следующих семи правил (см. рисунок 2):

1. Если спрос «высокий» (DH) и издержки «низкие» (EL), то риск «очень низкий» (RVL);
2. Если спрос «высокий» (DH) и издержки «средние» (EM), то риск «низкий» (RL);

3. Если спрос «высокий» (DH) и издержки «высокие» (EH), то риск «средний» (RM);
4. Если спрос «средний» (DM) или издержки «средние» (EM), то риск «средний» (RM);
5. Если спрос «средний» (DM) и издержки «высокие» (EH), то риск «высокий» (RH);
6. Если спрос «низкий» (DL) и издержки «средние» (EM), то риск «высокий» (RH);
7. Если спрос «низкий» (DH) и издержки «высокие» (EH), то риск «очень высокий» (RVH);

Приведенные выше правила действительно субъективны и не свободны от критики. В частности, для некоторых предприятий система правил может быть расширена, а некоторые ее части заменены. Возможно некоторые эксперты сочтут возможным отказаться от каких-либо пунктов в приведенной классификации.

Заметим, что пакет Matlab позволяет задать вес каждого правила, который может изменяться в пределах $[0;1]$.

После задания правил нечеткого вывода оказывается возможным получить значение выходной переменной для конкретных *числовых значений* входящих переменных. С этой целью определяется степень истинности каждого из подзаключений по каждому из правил системы нечеткого вывода, что приводит к одному нечеткому множеству, которое будет назначено каждой выходной переменной для каждого правила. Нечеткие подмножества, назначенные для каждой выходной переменной, объединяются вместе, чтобы сформировать одно нечеткое подмножество для каждой переменной.

На основе правила нахождения центра тяжести фигуры, при помощи программы Matlab, определялось выходное значение искомой переменной «риск» (см. рисунок 2.)

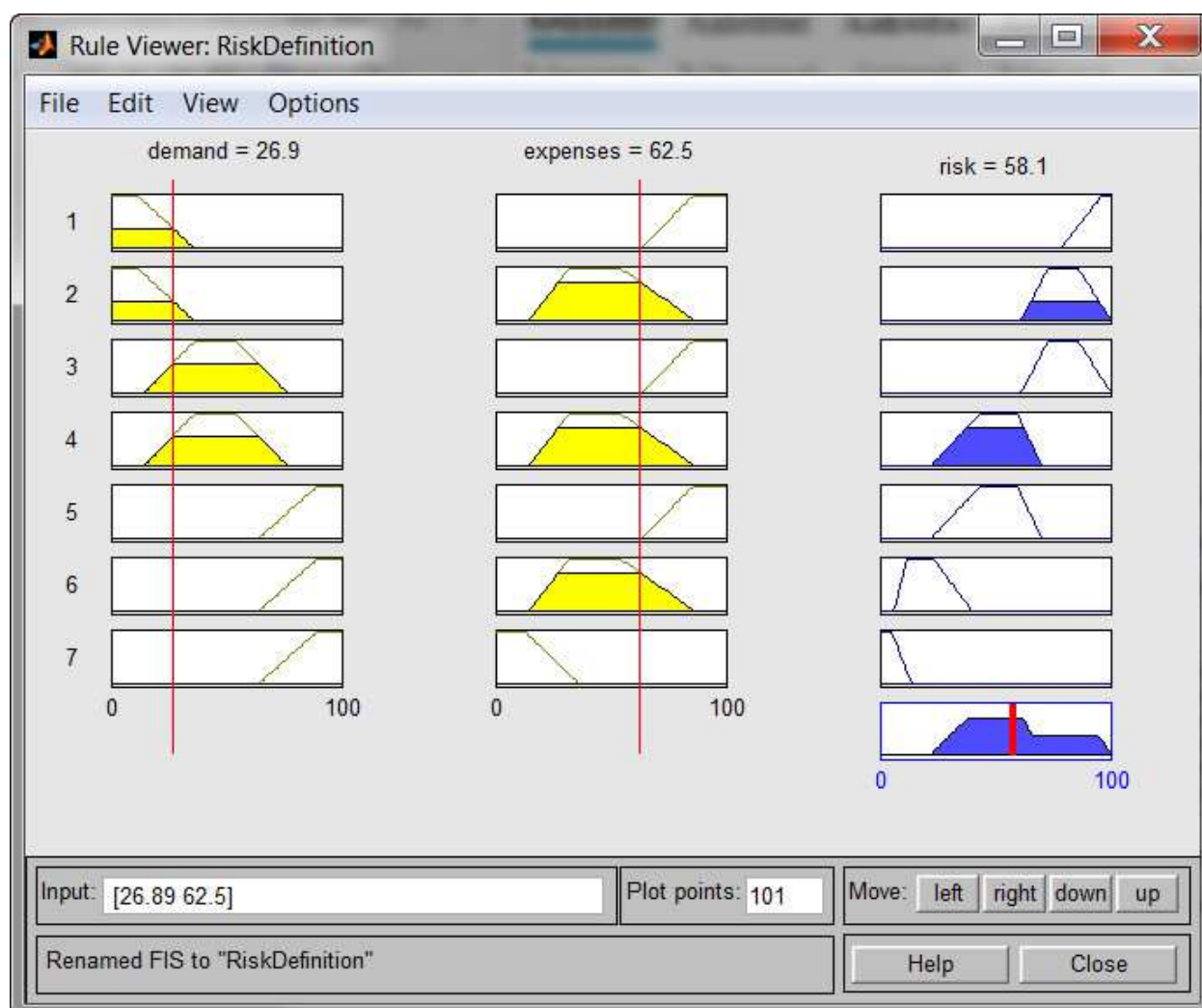


Рисунок 2 – Определение выходной переменной «риск» на основе системы нечеткого вывода

Например, если среднее значение переменной «спрос», полученное на основе экспертных оценок, составило 26,9, а значение переменной «затраты» 62,5, то соответствующее значение риска равно 58,1.

При тестировании экспертной системы были получены следующие значения риска банкротства, при различных вариантах спроса и издержек (табл. 5).

Таблица 5 – Комбинации числовых значений переменных «спрос»-«затраты»-«риск» (по 100-бальной шкале)

Спрос	Затраты	Риск
50	50	48
10	80	75
80	15	19
70	30	42

Для общего анализа разработанной нечеткой модели может оказаться полезной визуализация соответствующей поверхности нечеткого вывода (рис. 3).

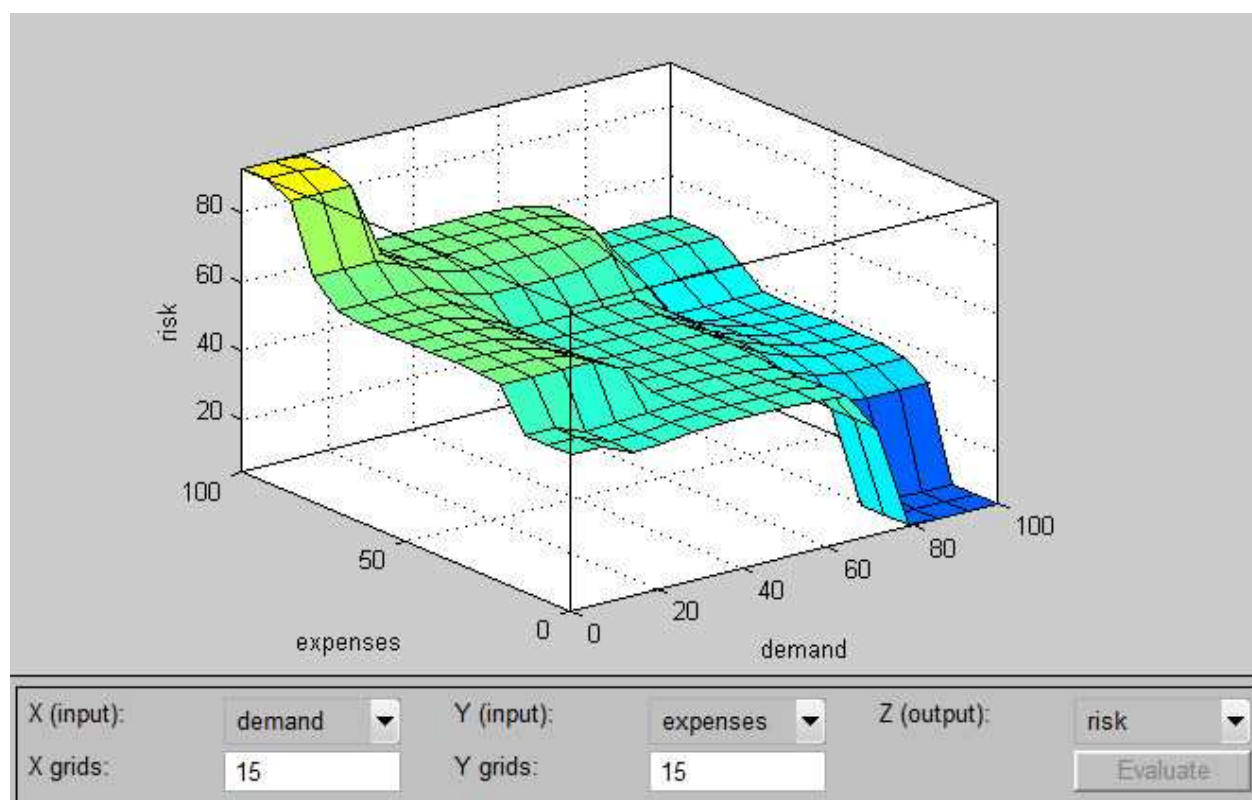


Рисунок 3 – Визуализация поверхности нечеткого вывода для системы нечеткого вывода

Данная поверхность позволяет установить зависимость значений выходной переменной от значений входных переменных исходной модели определения риска банкротства КФХ, а также позволяет определить необходимые значения входных переменных для достижения допустимого уровня риска экспертами малых сельскохозяйственных предприятий. Достаточно рассмотреть сечение искомой поверхности плоскостью перпендикулярной оси «риск» и рассмотреть соответствующую линию уровня в плоскости «спрос»-«затраты».

Список литературы:

1. АПК-Информ Онлайн – отраслевой сельскохозяйственный портал <http://www.apk-inform.com/ru/news/1063580#.Vs4C19KLTGg> - 4.02.2016
2. Ариничев И.В. Математическое и имитационное моделирование производственной деятельности консалтинговых предприятий: Дис. ... канд. экон. наук. Ставропольский государственный университет, Ставрополь, 2010.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736с.
4. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом: Монография (научное издание). -Краснодар: КубГАУ. 2005. -480с.
5. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Ермоленко В.В. Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм: Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). -Майкоп: АГУ. 2011. -392 с.
6. Матвеева Л.Г. Оценка потенциала интегрированных форм предпринимательства: региональный аспект. Ростов-на-Дону. Изд-во СКНЦВШ 2000.

References

- 1.APK-Inform Onlajn – otraslevoj sel'skohozjajstvennyj portal <http://www.apk-inform.com/ru/news/1063580#.Vs4C19KLTGg> - 4.02.2016
- 2.Arinichev I.V. Matematicheskoe i imitacionnoe modelirovanie proizvodstvennoj dejatel'nosti konsaltingovyh predpriyatij: Dis. ... kand. jekon. nauk. Stavropol'skij gosudarstvennyj universitet, Stavropol', 2010.
- 3.Leonenkov A.V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH. – SPb.: BHV-Peterburg, 2005. – 736s.

- 4.Lucenko E.V., Lojko V.I., Semanticheskie informacionnye modeli upravlenija agropromyshlennym kompleksom: Monografija (nauchnoe izdanie). -Krasnodar: KubGAU. 2005. -480s.
- 5.Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Ermolenko V.V. Intellektual'nye sistemy v kontrollinge i menedzhmente srednih i malyh firm: Pod nauch. red. d.je.n., prof. E.V.Lucenko. Monografija (nauchnoe izdanie). -Majkop: AGU. 2011. -392 s.
- 6.Matveeva L.G. Ocenka potenciala integrirovannyh form predprinimatel'stva: regional'nyj aspekt. Rostov-na-Donu. Izd-vo SKNCVSh 2000.