

Топкова И. А., Афонин П. Н.

Механизм совершенствования таможенных инноваций, основанный на нечетко-множественном подходе при оценке уровня риска нарушения таможенных правил

Топкова Ирина Александровна

Северо-Западный институт управления — филиал РАНХиГС (Санкт-Петербург)
Аспирант кафедры таможенного дела и управления рисками
topir89@mail.ru

Афонин Петр Николаевич

Северо-Западный институт управления — филиал РАНХиГС (Санкт-Петербург)
Профессор кафедры таможенного дела и управления рисками
Санкт-Петербургский им. В. Б. Бобкова филиал Российской таможенной академии
Заведующий кафедрой технических средств таможенного контроля и криминалистики
Доктор технических наук, доцент
pnafonin@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Многообразие существующих методов оценки уровня риска нарушения таможенных правил для целей таможенного контроля, а также потребность в учете множества факторов, определяющих уровень данного риска, определяют необходимость формирования качественно новых методических подходов. В статье показана возможность применения для решения подобных задач систем нечеткой логики, в частности, пакета прикладных программ Fuzzy Logic вычислительной системы MATLAB. Методика реализована на примере товаров, классифицируемых в товарной подсубпозиции 7323999900 ТНВЭД ТС — «Кухонные изделия из углеродистой стали».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

совершенствование инноваций, система управления рисками; уровень риска; нечеткая логика; электронное декларирование; риск, информационные технологии

Topkova I. A., Afonin P. N.

Mechanism of Improvement of Customs Innovations, Based on Indistinct and Multiple Approach at an Assessment of Risk Level of Violation of Customs Rules

Topkova Irina Aleksandrovna

North-West Institute of Management — branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Saint-Petersburg, Russian Federation)
Graduate student of the Chair of Customs Affairs and Risk Management
topir89@mail.ru

Afonin Petr Nikolaevich

North-West Institute of Management — branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Saint-Petersburg, Russian Federation)
Professor of the Chair of Customs Affairs and Risk Management
St. Petersburg branch of Russian Customs Academy, named by V. B. Bobkov (Saint-Petersburg, Russian Federation)
Head of the Chair of Technical Means of Customs Control and Criminalistics
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
pnafonin@yandex.ru

ABSTRACT

The variety of the existing methods of an assessment of risk level of violation of customs rules for the purposes of customs control, and need of the accounting of a set of the factors determining the level of this risk define need of formation of qualitatively new methodical approaches. Possibility of application for the solution of similar problems of systems of fuzzy logic, in particular, of a package of the applied Fuzzy Logic programs of the MATLAB computing system is shown in the article. The technique, realized on the example of the goods classified in a commodity subsubposition 7323999900 FEACN of Customs Union — "Kitchen products from carbonaceous steel".

KEYWORDS

improvement of innovations, control system of risks; risk level; fuzzy logic; electronic declaring; risk, information technologies

Согласно ст. 94 Таможенного кодекса Таможенного союза, при проведении таможенного контроля таможенные органы исходят из принципа выборочности, и при выборе объектов и форм таможенного контроля используется система управления рисками. Управление риском — систематическая работа по разработке и практической реализации мер по предотвращению и минимизации рисков, оценке эффективности их применения, а также контролю за совершением таможенных операций, предусматривающая непрерывное обновление, анализ и пересмотр имеющейся у таможенных органов информации¹.

Увеличение объемов информации о товарных партиях, используемых для таможенных целей, многообразие подходов к анализу уровня риска, необходимость получения оперативного решения для выбора объекта и форм таможенного контроля определяют необходимость формирования качественно новых подходов к информационному обеспечению таможенных технологий [5], в частности — управлению рисками и электронному декларированию [2].

В настоящее время существуют различные подходы к оценке рисков [3; 4]. Особый интерес представляет теория нечеткой логики (Fuzzy Logic), определяющая современный подход к описанию бизнес-процессов, в которых присутствует неопределенность и неточность исходной информации [1; 6; 7; 8]. Процесс оценки уровня риска и принятие соответствующего решения имеет многоаспектный и сложный характер, поэтому требует привлечения современных средств программного обеспечения (ПО), применение которых позволяет более точно определить уровень риска и значительно сократить время расчетов и принятия решения. Одним из таких инструментов является система MATLAB, включающая пакет нечеткой логики (Fuzzy Logic Toolbox).

В статье рассматриваются следующие нечеткие переменные. Входные: «возможность возникновения риска», «существенность риска». Значение выходной переменной определяло уровень риска нарушения таможенных правил. Все переменные характеризовались терм-множеством значений {«низкое» и «высокое»}. Предлагается использовать функции принадлежности в виде функций Гаусса. Выбор данной функции обусловлен тем, что она легко алгоритмируется, является дифференцируемой функцией, более плавно описывает терм-множества переменных [9]. В качестве алгоритма нечеткого вывода уровня риска использован алгоритм Мамдани, который в настоящее время получил наибольшее применение в задачах нечеткого моделирования.

Поскольку уровень риска нарушения таможенных правил определяется в зависимости от возможности возникновения риска и его последствий², то предварительным этапом нечеткого логического вывода уровня риска является определение его величин

¹ Статья 127 Таможенного кодекса Таможенного союза (приложение к Договору о Таможенном кодексе Таможенного союза, принятому Решением Межгосударственного Совета ЕврАзЭС на уровне глав государств от 27.11.2009 № 17).

² Там же.

относительной возможности возникновения риска и величины существенности риска. Данная методика рассмотрена в статье [10]. По результатам применения методики на примере товарной подсубпозиции 7323999900 ТНВЭД ТС — «Кухонные изделия из углеродистой стали» для каждой анализируемой товарной партии с учетом балльных значений областей риска нарушения таможенных правил (табл. 1, 2) определяется величина относительной возможности возникновения риска по формуле:

$$P_{risk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i,$$

где N — количество областей риска.

В случае, когда какая-либо область риска не может быть определена, то она исключается, а знаменатель (формула) уменьшается на единицу. Каждой полученной величине относительной возможности возникновения риска соответствует лингвистическая переменная «низкая» или «высокая» (табл. 3).

Для каждой товарной партии также определяется величина существенности риска, выраженная в предполагаемой величине дополнительно начисленных сумм таможенных платежей Iq , а также соответствующая лингвистическая переменная «низкая» или «высокая» (табл. 4).

Таблица 1

**Шкала оценки степени возможности наступления
рискового события**

Возможность наступления рискового события	Значение шкалы, баллы
Очень высокая	4
Высокая	3
Низкая	1–2
Очень низкая	0

Таблица 2

**Перечень балльных значений возможности риска нарушения таможенных правил
в зависимости от значений области риска**

№	Категории факторов риска	Типы риска
1	По вопросам таможенной стоимости товаров (P_1)	Расхождение индексов таможенной стоимости наибольшего и наименьшего по весу товаров — более чем на 50% — 3 балла; расхождение индексов таможенной стоимости наибольшего и наименьшего по весу товаров — более чем на 25% — 2 балла; отсутствуют расхождения, либо отрицательное значение показателя — 0 баллов
2	По среднему количеству транспортных средств, в которых перевозится один товар (P_2)	Три и более транспортных средств — 4 балла; два транспортных средства — 2 балла; одно транспортное средство — 0 баллов
3	По наличию средств идентификации (P_3)	Грузовое отделение не опломбировано — 3 балла; грузовое отделение опломбировано — 0 баллов
4	По количеству товаров (P_4)	Более трех товаров — 4 балла; два-три товара — 2 балла; один товар — 0 баллов

№	Категории факторов риска	Типы риска
5	По типу тары (P_5)	Присутствие в товарной партии товаров, перевозимых в трех и более типах упаковочных мест — 4 балла; присутствие в товарной партии товаров, перевозимых в двух и более типах упаковочных мест — 2 балла; товары упакованы в однотипную тару — 0 баллов
...	...	...
n	По времени подачи ДТ (P_n)	Время регистрации ДТ — с 20:00 до 6:00 — 4 балла; время регистрации ДТ — с 18:00 до 20:00, с 6:00 до 9:00 — 2 балла; время регистрации ДТ — с 9:00 до 18:00 — 0 баллов
$n-1$	По странам происхождения (P_{n-1})	В одной товарной партии товар двух и более стран происхождения — 4 балла; в одной товарной партии товары одной страны происхождения — 0 баллов

Таблица 3

Соответствие величины относительной возможности возникновения риска лингвистической переменной

Величина относительной возможности возникновения риска, баллы	Лингвистическая переменная относительной возможности возникновения риска
0–1,9	Низкая
2–3,4	Высокая

Совокупность товарных партий и соответствующих им лингвистических переменных относительной возможности возникновения риска и величины существенности риска может быть представлена в виде табл. 5 и 6.

Далее реализуем алгоритм нечеткого вывода уровня риска нарушения таможенных правил.

1. Формирование базы правил

База правил систем нечеткого вывода предназначена для формального представления эмпирических знаний. При создании системы правил были учтены основные условия ее прозрачности: база знаний не является противоречивой или избыточной, т. е. не содержит правил с одинаковыми антецедентами; база знаний согласована с количеством термов, т. е. каждый терм фигурирует хотя бы в одном нечетком правиле; база знаний должна быть компактной, т. е. содержать минимальное (или близкое к нему) количество правил, необходимых для адекватного моделирования исследуемой зависимости [11].

Полученная для оценки уровня риска база правил систем нечеткого вывода представлена тремя правилами:

ПРАВИЛО_1: ЕСЛИ «возможность риска — низкая» ТО «уровень риска — низкий»;

ПРАВИЛО_2: ЕСЛИ «существенность риска — низкая» ТО «уровень риска — низкий»;

Таблица 4

**Соответствие величины относительной существенности риска
лингвистической переменной**

Величина существенности риска, баллы	Количественное выражение существенности риска, тыс. руб.	Лингвистическая переменная существенности риска
0	меньше 9	Низкая
0,3	9–11	
0,6	12–14	
0,9	15–17	
1,2	18–20	
1,5	21–23	
1,8	24–26	
2,1	27–29	
2,4	30–59	Высокая
2,7	60–89	
3,0	90–119	
3,3	120–149	
3,6	150–179	
3,9	180–209	
4,2	более 210	

Таблица 5

**Формализованное представление величины относительной возможности
возникновения риска исследуемой совокупности товарных партий**

№ товарной партии	Значение величины относительной возможности возникновения риска, баллы	Лингвистическая переменная относительной возможности возникновения риска
1	2,2	Высокая
2	2	Высокая
3	2	Высокая
...	...	...
n	1,75	Низкая

ПРАВИЛО 3: ЕСЛИ «возможность риска — высокая» И «существенность риска — высокая» ТО «уровень риска — высокий».

Все лингвистические переменные в базе нечетких продуктов представляются как нечеткие множества, заданные соответствующими функциями принадлежности.

2. Фаззификация функций принадлежности нечетких множеств «возможность риска», «существенность риска», «уровень риска»

Терм-множества, а также значения функций принадлежности переменных «возможность риска», «существенность риска» представлены на рис. 1–3 кривыми Гаусса. Значение лингвистических переменных «Низкий», «Высокий» (которое является нечетким подмножеством значений интервала (0,1) — области значений показателя) сопоставляется функции принадлежности тому или иному нечеткому подмножеству. Значение функции принадлежности лежит в интервале от 0 до 1, где 1 — полное соответствие истинности высказывания, а 0 — полное ее отсутствие.

**Формализованное представление величины существенности риска
исследуемой совокупности товарных партий**

№ товарной партии	Существенность риска (руб.)	Значение величины существенности риска, баллы	Лингвистическая переменная относительной возможности возникновения риска
1	52 702,84	2,4	Высокая
2	89 829,9	2,7	Высокая
3	14 234,05	1,2	Низкая
...	...	...	...
30	65 980,55	2,7	Низкая

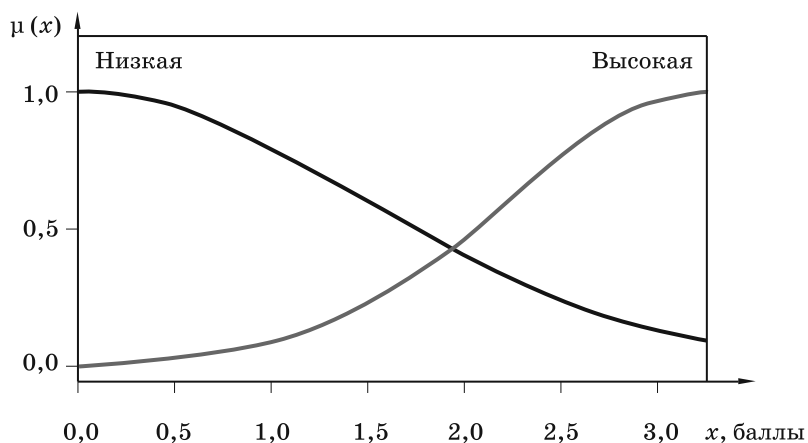


Рис. 1. Функции принадлежности лингвистической переменной
«возможность риска»

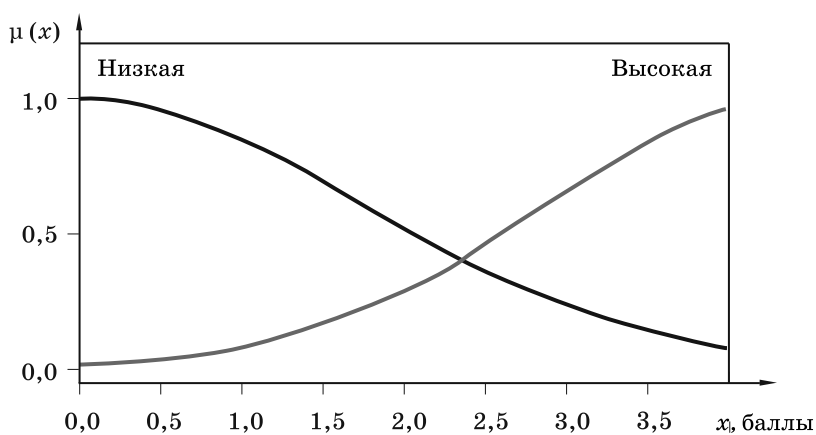


Рис. 2. Функции принадлежности лингвистической переменной
«существенность риска»

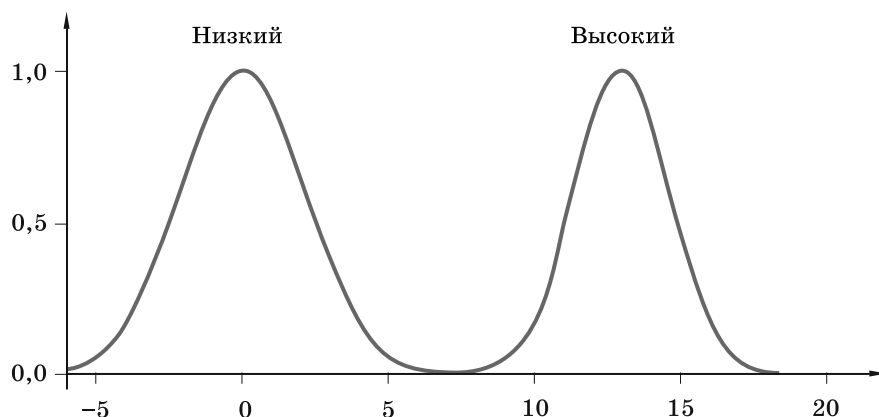


Рис. 3. Функции принадлежности лингвистической переменной «уровень риска»

Далее с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB производится:

- 1) агрегирование подусловий в нечетких правилах вывода уровня риска. Данная операция представляет собой процедуру определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода уровня риска. Степень истинности высказывания определяется на основе известных значений истинности, составляющих его элементарных высказываний при помощи введенных ранее нечетких логических операций;
- 2) активизация подзаклучений нечетких правил вывода уровня риска, которая представляет собой процесс нахождения степени истинности каждого из логических высказываний (например, ЕСЛИ «существенность риска низкая» ТО «уровень риска низкий»). Степень истинности каждого из элементарных высказываний равна алгебраическому произведению весового коэффициента и степени истинности условия данного нечеткого продукционного правила. В рассматриваемой модели при формировании базы правил определения уровня риска весовые коэффициенты для каждого правила имеют значение 1. Функции принадлежности $\mu'(x)$ каждого из подзаклучений для выходной лингвистической переменной «уровень риска» находятся при помощи метода нечеткой композиции «min-активизация»;
- 3) аккумуляция заключений нечетких правил вывода уровня риска. Процесс аккумуляции представляет собой процедуру нахождения функции принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных уровня риска. Цель аккумуляции заключается в том, чтобы объединить все степени истинности заключений для получения функции принадлежности каждой из входных переменных. Необходимость выполнения данного этапа состоит в том, что подзаклучения, относящиеся к одной и той же выходной лингвистической переменной «уровень риска», принадлежат различным правилам системы нечеткого вывода.

3. Дефаззификация

Дефаззификация в системах нечеткого вывода уровня риска представляет собой процедуру или процесс нахождения обычного (не нечеткого) значения для каждой из выходных лингвистических переменных уровня риска. Для выполнения числен-

ных расчетов на этапе дефаззификации используем метод центра тяжести. Пример оценки уровня риска нарушения таможенных правил по алгоритму Мамдани показан на рис. 4. В данном случае видно, что уровень риска нарушения таможенных правил при высокой возможности и существенности риска (2,2 и 2,4 балла соответственно) является достаточно высоким (6,44 балла). Варьируя значения набора входных переменных (существенности и возможности возникновения риска), можно получить различные значения уровня риска.

Одним из преимуществ подсистемы Fuzzy Logic вычислительной системы MATLAB является возможность визуализации результатов в виде трехмерных графиков. Пример поверхности результата в координатах возможности и существенности риска показан на рис. 5.

Относительная монотонная поверхность и отсутствие локальных минимумов и максимумов графика свидетельствует о достаточности и непротиворечивости используемых правил нечеткого вывода уровня риска и адекватности модели. Резкое завышение в областях максимума переменных объясняется тем, что при равномерном изменении «возможности риска» и «существенности риска» согласно правилам нечеткого вывода их лингвистические термы связаны с функциями принадлежности терма «уровень риска», которые расположены достаточ-

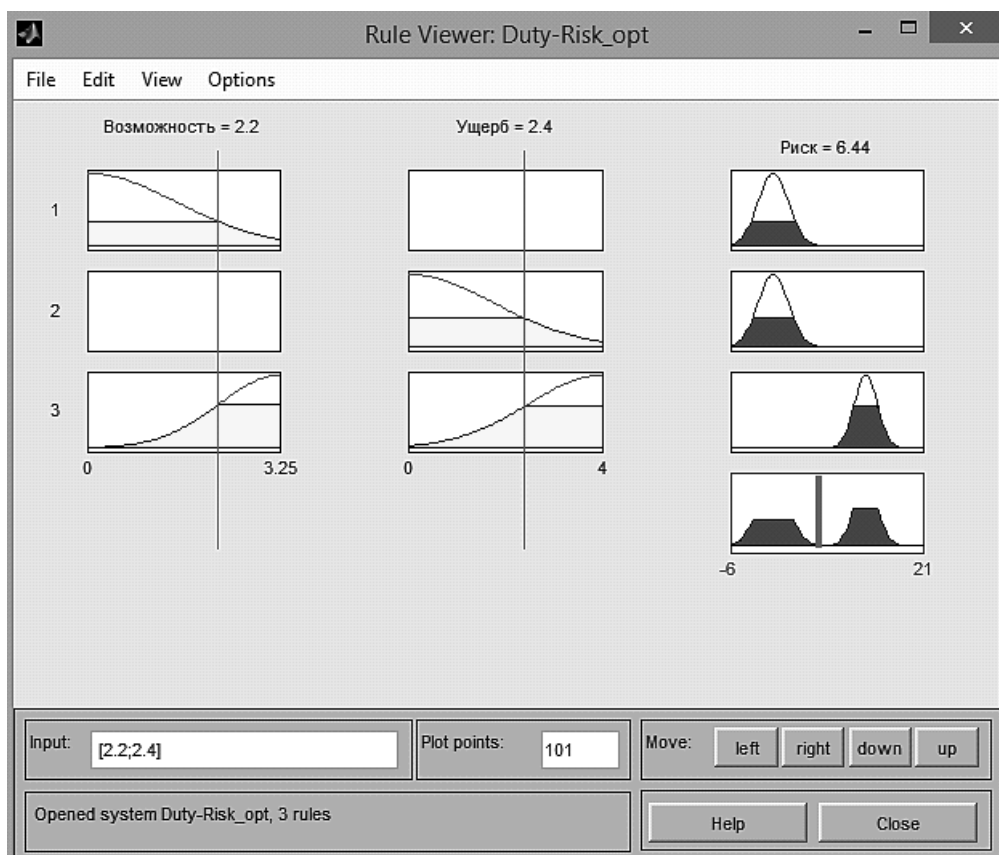


Рис. 4. Пример результата выполнения алгоритма Мамдани для оценки уровня риска нарушения таможенных правил

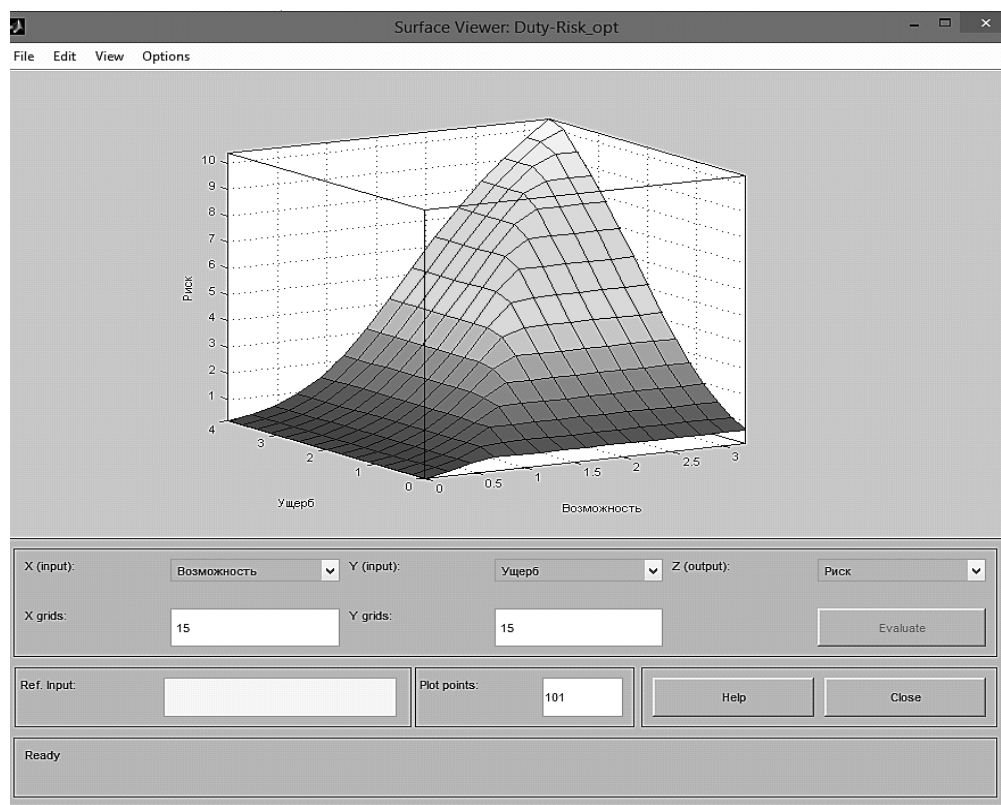


Рис. 5. Трехмерное изображение поверхности модели нечеткого вывода уровня риска

ного далеко друг от друга, что обуславливает данное изменение поверхности модели.

Выводы

В настоящей статье рассмотрена методика оценки уровня риска нарушения таможенных правил на основе нечетко-множественного подхода на этапе применения таможенной технологии электронного декларирования. Рассмотрен алгоритм Мамдани построения экспертных систем и методика его применения к сформулированной выше задаче. Приведен пример оценки уровня риска нарушения таможенных правил на примере товаров, классифицируемых в товарной подсубпозиции 7323999900 ТНВЭД ТС — «Кухонные изделия из углеродистой стали». Исследования, представленные в статье, могут быть использованы в качестве методических рекомендаций для должностных лиц таможенных органов при определении объектов и форм таможенного контроля.

Литература

1. Алтунин А. Е., Семухин М. В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень : изд-во ТГУ, 2000. 352 с.

2. Афонин П. Н., Колесинская М. Р. Информационно-аналитическое обеспечение как инструмент совершенствования электронного декларирования товаров, перемещаемых через таможенную границу Таможенного союза / П. Н. Афонин, М. Р. Колесинская // Управление экономическими системами : электронный научный журнал. № 11. 2013.
3. Афонин П. Н. Использование метода главных компонент для формирования выборки объектов таможенного контроля при предоставлении таможенных услуг / А. А. Десмитниекс, В. А. Кондрашова // Сегодня и завтра российской экономики. Научное обозрение. Серия 1. Экономика и право. М. : Экономическое образование. 2012. № 1. С. 172–178.
4. Афонин П. Н., Живилова В. Г., Кондрашова В. А. Методика формирования выборки объектов таможенного контроля на основе теории планирования эксперимента // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. № 2, 2012. С. 236–241.
5. Афонин П. Н., Топкова И. А. Особенности имитационного моделирования пропускной способности автомобильного пункта пропуска // Управление экономическими системами : электронный научный журнал. № 2. 2012.
6. Гонохова В. А. Формулировка модели идентификации налогоплательщиков на основе системы нечеткого вывода. Международная научная лаборатория по внедрению нечетко-множественных подходов в экономических исследованиях [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ifel.ru/br8/3.pdf> (дата обращения 02.01.2015).
7. Деревянко П. М. Оценка риска неэффективности инвестиционного проекта с позиций теории нечетких множеств // труды VII Международной конференции «Мягкие вычисления и измерения (SCM'2004)». СПб. : Изд-во ЛЭТИ, 2004. с. 167–171.
8. Деревянко П. М. Нечеткое моделирование деятельности предприятия и оценка риска принятия стратегических финансовых решений в условиях неопределенности // труды I научно-практической конференции «Современные проблемы прикладной информатики». СПб. : СПбГИЭУ, 2005. С. 81–83.
9. Жданов А. А., Караваев М. В. Применение нечеткой логики в имитационной системе автономного адаптивного управления // труды Института системного программирования Российской академии наук. Т. 3. М. : ИСП РАН, 2002. С. 119–135.
10. Топкова И. А. Методика картографирования уровней риска нарушения таможенного законодательства при организации таможенного контроля // Вестник Российской таможенной академии. 2014. № 3(28). С. 166–172.
11. Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] // материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes. matlab.exponenta.ru, 2001–2014. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>

References

1. Altunin A. E., Semukhin M. V. *Models and algorithms of decision-making in indistinct conditions* [Modeli i algoritmy prinyatiya reshenii v nechetkikh usloviyakh]. Tyumen : Publishing house of TSU [Izd-vo TGU], 2000. 352 p.
2. Afonin P. N., Kolesinskaya M. R. *Information and analytical providing as the instrument of improvement of electronic declaration of goods, moved through customs limit of the Customs union* [Informatsionno-analiticheskoe obespechenie kak instrument sovershenstvovaniya elektronnoego deklarirovaniya tovarov, peremeshchaemykh cherez tamozhennuyu granitsu Tamozhennogo soyuza] / P. N. Afonin, M. R. Kolesinskaya // Management of economic systems : electronic scientific journal [Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal]. № 11. 2013.
3. Afonin P. N. *Use of a method main a component for formation of selection of objects of customs control during the providing customs services* [Ispol'zovanie metoda glavnnykh komponent dlya formirovaniya vyborki ob"ektov tamozhennogo kontrolya pri predostavlenii tamozhennykh uslug] / A. A. Desmitniyek, V. A. Kondrashova // Today and tomorrow the Russian economy [Segodnya i zavtra Rossiiskoi ekonomiki] / the Scientific review. Series 1. Economy and Law [Nauchnoe obozrenie. Seriya 1. Ekonomika i pravo]. JSC Publishing House Economics Education [Ekonomicheskoe obrazovanie]. 2012. № 1. P. 172–178.
4. Afonin P. N., Zhivilova V. G., Kondrashova V. A. *Methodic of formation of selection of objects of customs control on the basis of the theory of planning of experiment* [Metodika formirovaniya vyborki ob"ektov tamozhennogo kontrolya na osnove teorii planirovaniya eksperimenta] / Scientific and technical sheets of the St. Petersburg State Polytechnic University [Nauchno-

- tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta]. N 2, 2012. P. 236–241.
5. Afonin P. N., Topkova I. A. *Features of imitating modeling of capacity of an automobile check-point* [Osobennosti imitatsionnogo modelirovaniya propusknoi sposobnosti avtomobil'nogo punkta propuska] / Management of economic systems: electronic scientific journal [Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal]. N 2. 2012.
 6. Gonokhova V. A. *The formulation of model of identification of taxpayers based on system of an indistinct conclusion* [Formulirovka modeli identifikatsii nalogoplatel'shchikov na osnove sistemy nechetkogo vyvoda]. The international scientific laboratory on introduction of indistinct and multiple approaches in economic researches. URL: <http://www.ifel.ru/br8/3.pdf> (date of the address 02.01.2015).
 7. Derevyanko P. M. *Assesment of risk of an inefficiency of the investment project from positions of the theory of indistinct sets* [Otsenka riska neeffektivnosti investitsionnogo proekta s pozit-sii teorii nechetkikh mnozhestv] // Works of VII International conference "Soft calculations and measurements" (SCM'2004) [Myagkie vychisleniya i izmereniya]. SPb. : Publishing house of Technical University "LETI" [Izd-vo LETI], 2004. P. 167–171.
 8. Derevyanko P. M. *Indistinct modeling of activity of the enterprise and an assessment of risk of adoption of strategic financial decisions in the conditions of uncertainty* [Nechetkoe modelirovanie deyatel'nosti predpriyatiya i otsenka riska prinyatiya strategicheskikh finansovykh reshenii v usloviyakh neopredelennosti] // Works of I scientific and practical conference "Modern Problems of Applied Informatics" [Tr. I nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovremennyye problemy prikladnoi informatiki»]. SPb. : 2005. P. 81–83.
 9. Zhdanov A. A., Karavaev M.V. *Application of fuzzy logic in imitating system of off-line adaptive control* [Primenenie nechetkoi logiki v imitatsionnoi sisteme avtonomnogo adaptivnogo upravleniya] // Works of Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences [Trudy Instituta Sistemnogo Programirovaniya Rossiiskoi Akademii Nauk] : V. 3. M. : ISP of Russian Academy of Sciences [ISP RAN], 2002. P. 119–135.
 10. Topkova I. A. *Methodic of mapping of risk levels of violation of the customs legislation at the organization of customs control* [Metodika kartografirovaniya urovnei riska narusheniya tamozhennogo zakonodatel'stva pri organizatsii tamozhennogo kontrolya] // Bulletin of the Russian Customs Academy [Vestnik Rossiiskoi tamozhennoi akademii]. 2014. N 3(28). P. 166–172.
 11. Shtovba S. D. *Introduction to the theory of indistinct sets and fuzzy logic* [Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv i nechetkuyu logiku] [An electronic resource]. Materials on products of MATLAB & Toolboxes. matlab.exponenta.ru, 2001–2014. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>