

УДК 327:510.63

Е.Г. ХОЛОД,

*кандидат технических наук, доцент
Днепропетровского университета
имени Альфреда Нобеля*

В.Г. МЯЧИН,

*кандидат технических наук,
доцент ГВУЗ «Украинский государственный
химико-технологический университет»
(г. Днепропетровск)*

НЕЧЁТКО-ЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОЛИТИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Предложен общий алгоритм нечётко-логического подхода к оценке политических рисков при разработке стратегии инновационного развития промышленных предприятий. Показано, что традиционные подходы и методы определения политических рисков не позволяют учесть многообразие политических факторов, которые влияют на инновационную деятельность промышленных предприятий. Проанализированы и отобраны наиболее значимые показатели для оценки политического риска на уровне предприятия и отрасли, предложен метод количественной оценки рисков на базе нечёткого вывода Мамдани, проведена визуализация оценки политического риска в 3D-формате с помощью модуля Serface Viever в пакете Fuzzy Logic Toolbox программы MATLAB.

Ключевые слова: стратегия инновационного развития, промышленное предприятие, политические риски, методы оценки, нечёткие множества, PEST-анализ, матрица рисков.

Введение. Промышленные предприятия проводят постоянную работу по адаптации стратегии своего развития под динамично меняющиеся факторы внешней макросреды. В то время как факторы микросреды могут оказываться под влиянием организации, к макросреде обычно относятся внешние не контролируемые организацией факторы.

Мировой экономический кризис наглядно продемонстрировал своё сильное влияние на макросреду и её составляющие. Изменение факторов политической, экономической, социальной, технологической, экологической и других составляющих макросреды оказывает влияние на эффективность деятельности предприятий как на внутреннем, так и на внешних рынках, что обуславливает необходимость проведения мониторинга изменений макросреды на постоянной основе.

Для предотвращения негативного влияния кризиса страны и компании стали вносить коррективы в механизм использования своих действий на рынке. В значительной степени в такой корректировке нуждается, на наш взгляд, инновационная деятельность промышленных предприятий.

Как и любая другая экономическая деятельность, инновационная деятельность сопряжена с определённым уровнем риска. Под риском инновационной деятельности обычно понимается вероятность дополнительных расходов или вероятность недополучения прибыли при реализации инновационных проектов. Недооценка, а равно и переоценка, уровня риска, является одним из факторов, сдерживающих формирование стратегии инновационного развития промышленного предприятия.

Существующими и наиболее известными методами оценки макросреды на уровне предприятия является четырёхпольная матрица *STEP(PEST)*-анализа, а также её усовершенствованные версии в виде матриц *STEEP*-, *STEEPLE*-, *PESTLE*-анализа. Сопровождающие изменения политических (*P*), технологических (*T*), социальных (*S*), экономических (*E*), экологических (*E*), законодательных (*L*) факторов вызывают появление соответствующих рисков в деятельности предприятия, оценка которых также осуществляется с помощью матрицы *STEP(PEST)* и *PESTLE*.

Указанные матрицы, как следует из их названия, содержат обязательное поле *P*, которое включает в себя описание политических факторов, влияющих на макросреду предприятия. Присутствие поля *P* в вышеперечисленных матрицах делает вопрос оценки политических факторов и рисков, возникающих при их изменении, на функционирование промышленных предприятий весьма актуальным.

Вопросы оценки политического риска и его учёта при разработке инновационной стратегии предприятия рассматриваются в работах З. Абдулаевой, Г. Азаренковой, Х. Берга, Дж. Бикаэрта, С. Гупты, Д. Демчука, И. Джуса, С. Кобринна, В. Коплина, В. Кривошеина, М. О'Лири, Т. Лундблада, А. Недосекина, Н. Растоги, С. Сигела, С. Соттилотты, О. Толстухина, М. Триведи, А. Тургаева, Р. Фатхутдинова, К. Харвея, А. Хренова и др.

Неопределённости внешней конкурентной среды требуют современного инструментария оценки политических рисков с использованием как количественных, так и качественных показателей. Существующие в настоящее время подходы к оценке политического риска представлены, главным образом, качественным описанием, что вызывает у специалистов сложности, во-первых, при формировании общего вывода о влиянии факторов макросреды на комплексный показатель риска и, во-вторых, при разработке инновационной стратегии промышленного предприятия. Указанные проблемы могут быть решены с помощью применения математического аппарата, позволяющего учитывать как количественные, так и качественные (лингвистические) переменные. Использование нечётко-логического подхода представляет собой современную интеллектуальную поддержку принятия стратегических решений и может ускорить разработку стратегии инновационного развития промышленных предприятий.

Целью статьи является разработка аналитического инструментария и усовершенствование методологического подхода к комплексной оценке политического риска на уровне предприятия и отрасли с использованием математического аппарата теории нечётких множеств.

Изложение основного материала. Если рассматривать политику украинского государства в инновационной сфере, то можно констатировать противоречивую картину. Согласно показателю инновационного развития для наиболее развитых экономик мира (*Bloomberg Innovation Index*), являющихся лидерами по уровню инновационного развития, Украина занимает 41-е место по итогам 2015 г. [1]. При этом наиболее сильными сторонами Украины, с точки зрения журнала *Bloomberg Markets*, считается охват населения высшим образованием (5-е место в мире) и патентная активность (28-е место). Однако такие показатели, как низкая эффективность экономики (50-е место), низкая доля добавленной стоимости (46-е место) и недостаточная вовлечённость молодых учёных в научные исследования (45-е место) не позволяют подняться Украине в данном рейтинге.

Как отмечалось выше, неотъемлемой частью стратегического планирования предприятия, в том числе и планирования стратегии его инновационного развития, является

ся анализ изменений факторов внешней среды, в том числе политических, и связанных с данными факторами политических рисков.

И.Ю. Ивченко определяет политический риск как возможность возникновения убытков (недополучения прибыли) в связи с возможными изменениями в курсе политики правительства, изменениями законодательства [2]. Данный исследователь подразделяет политические риски: 1) на риск национализации (конфискации); 2) трансфертный риск, связанный с возможными ограничениями на конвертацию местной валюты; 3) риск разрыва контракта из-за действий властей страны, в которой находится компания-контрагент; 4) риск военных действий и гражданских конфликтов.

В последнее время исследователи подразделяют политические риски на риски, возникающие на макроуровне, то есть на страновом уровне, и политические риски, возникающие на микроуровне, оценка которых важна на уровне предприятия или отрасли экономики [3, 4].

Важно отметить, что модели оценки политических рисков на макроуровне строят не только такие известные и уважаемые организации, как *Economist Intelligence Unit (EIU)*, *Business Environment Risk Intelligence (BERI) S.A.*, *Standard&Poor's Ratings Group*, *Control Risks Group (CRG)*, *Moody's Investor Service*, *Economic Cooperation and Development (OECD)*, *Political Risk Services (PRS)*, *Servizi Assicurativi per il Commercio Estero (SACE)* и др. [3].

Так как нами рассматривается в основном уровень предприятия и отрасли, то для данного уровня политический риск связывается с возможностью нанесения ущерба политическими акторами фирме или даже целой отрасли экономики, действующими в определенной стране [3]. При этом модели оценки политических рисков для конкретных секторов экономики и даже для конкретных фирм могут отличаться от моделей оценки странового политического риска, что актуализирует задачу выработки собственной методики оценки риска на уровне предприятия.

Инструментарий оценки в настоящее время представляет собой набор стандартных методик. Украинский учёный В.В. Кривошеин считает основными инструментами политического риск-консалтинга следующие методы [5]:

- статистические методы, к которым относят правило Байеса (критерий математического ожидания), критерий Лапласа, критерий Вальда, критерий Севиджа, правило Гурвица;

- метод аналогий, направленный на изучение объектов, сходных между собой по определённым параметрам;

- анализ чувствительности, который является одним из простейших и широко известных методов учёта рисков неопределённости;

- имитационное моделирование (метод Монте-Карло).

По мнению С.Э. Соттилотты, основными методами оценки политических рисков являются: логит-анализ, пробит-анализ, регрессионный анализ, имитационное моделирование методом Монте-Карло и непараметрические методы, такие как нейронные сети [3].

Согласно мнению профессора Слоановской Школы Менеджмента при Массачусетском технологическом институте С. Кобрин, существуют две основные группы моделей для оценки политического риска. Первая группа агрегирует субъективные (качественные) оценки экспертов и представлена автором как метод Дельфи. Вторая группа моделей основана на обработке количественных (объективных) экономических, политических и социальных факторов. В качестве примера данный автор приводит уже упомянутую выше модель *BERI* [6].

Данная модель предполагает оценку значимости каждого фактора политического риска и оценку этого фактора экспертами по 4-балльной шкале, где 4 – наиболее высокая оценка определенности, а 0 – самая низкая. Значимость каждой переменной умножается на оценку эксперта, а затем полученные итоги суммируются. Результат определения индекса политического риска может располагаться на шкале от 0 до 100,

где 100 – наивысшая оценка стабильности (полное отсутствие политического риска), а 0 – низшая [4].

Исследователи В. Коплин и М. О’Лири разработали методологию оценки политических рисков, известную как *Political Risk Services (PRS)* и *International Country Risk Guide (ICRG)*. Их эконометрическая модель основывается на уравнении множественной регрессии:

$$HCT = a + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n, \quad (1)$$

где HCT – показатель нестабильности внутривнутриполитической обстановки в конкретной стране; $X_1 \dots X_n$ – показатели социального, экономического, политического положения страны, непосредственно воздействующие на её стабильность, a – свободный член, оцениваемый по статистическим данным, $a_1 \dots a_n$, – параметры оцениваемые по статистическим данным [4].

Важно отметить, что оценка вероятности политического риска может быть включена в такой широко распространённый метод оценки эффективности инвестиционных проектов, как метод приведения дисконтирования денежных потоков, известный как *NPV*-метод. По мнению Дж. Бикаэрта, К. Харвея, Т. Лундблада и С. Сигела, оценка ожидаемого денежного потока CF должна учитывать не только ставку дисконтирования r , но и оценку вероятности политического риска p [7]. Данные авторы считают, что зависимость дисконтированного денежного потока может определяться формулой

$$NPV = \frac{CF(1-p)}{1+r}. \quad (2)$$

Риск-менеджменту в ведущих зарубежных экономиках уделяется значительное внимание. За последние 15 лет были приняты стандарты о области риск-менеджмента, а именно: ISO1006 (2003), AS/NZS 4360 (2004), ISO31000 (2009), ISO21500 (2012) и PMBOK (2012) [8]. Последний стандарт включает такие разделы, как планирование риск-менеджмента, идентификация рисков, качественный и количественный анализ рисков, управление рисками.

Однако когда дело доходит до оценки политического риска, в большинстве случаев чисто количественный подход просто невозможно применить. События, которые носят политический характер, такие как революции, террористические акты, резкое изменение тарифов или акты экспроприации, как правило, гораздо труднее предсказать, чем суверенный дефолт. По нашему мнению, человеческое суждение в виде лингвистических (качественных) оценок, играет существенную роль в анализе политических рисков, а учесть количественные и качественные оценки политического риска можно, если применить математический аппарат нечёткой логики.

К сожалению, большинство отечественных авторов и авторов из ближнего зарубежья не уделяют должного внимания современным и перспективным методам оценки рисков. Исключением из этой тенденции являются работы А.О. Недосекина и некоторых других исследователей. А.О. Недосекин указал на присутствие нечётко-множественной парадигмы при оценке рисков инновационной деятельности предприятий [9]. Метод нечёткой логики в настоящее время имеет триумфальное развитие в мировой экономической науке, однако этому методу анализа в нашей стране уделяется незначительное внимание, тем более, в области политического риск-менеджмента.

Механизм нечёткого логического вывода при оценке рисков в общем виде включает пять основных этапов [10, 11]: 1) выбор и спецификация входных и выходных переменных для интерпретации нечёткого вывода; 2) фаззификация (введение нечёткости) 3) нечёткий вывод; 4) композиция; 5) дефаззификация (приведение к чёткости).

Этап выбора и спецификация входных и выходных переменных при оценке политического риска заключается в выборе индикаторов, которые наиболее часто привлекаются для оценки политических рисков (табл. 1).

Индикаторы в табл. 1 расположены в порядке убывания частоты их использования в различных моделях определения политического риска, описание которых приведено в работах С.Э. Соттилотты [3], С. Кобрина [6], А.С. Тургаева и А.Е. Хренова [4].

Таблица 1

Индикаторы, наиболее часто используемые в моделях оценки политического риска

Индекс	Обозначение	Источник
Индекс социального неравенства	GI (<i>Gini Index</i>)	[3; 6]
Индекс человеческого развития	HDI (<i>Human Development Index</i>)	[3; 4; 6]
Индекс восприятия коррупции	CPI (<i>Corruption Perceptions Index</i>)	[4; 6]
Индекс качества законодательства	RQI (<i>Regulatory Quality</i>)	[4; 6]
Индекс свободы	FWI (<i>Freedom in the World</i>)	[6]
Имущественные права	PROP_RIGHTS (<i>Property Rights</i>)	[3; 6]
Индекс политической стабильности и отсутствия насилия/терроризма	PSAVTI (<i>Political Stability and Absence of Violence/Terrorism Index</i>)	[4; 6]
Политическая легитимность	LEGIT (<i>Political Legitimacy</i>)	[3; 4]
Военное вмешательство	MIL (<i>Military Interference</i>)	[3; 6]

Важным показателем для оценки политического риска является статистический показатель степени расслоения общества данной страны по показателю годового дохода – индекс Джини. Последний варьирует в диапазоне от 0 до 1, и чем ближе его значение к нулю, тем меньше степень фактического отклонения доходов численно равных групп населения от линии их равномерного распределения. Значения индекса Джини для украинского общества в динамике показаны в табл. 2.

Важность индекса Джини как индикатора инновационной активности состоит в том, что в международной практике при определении потенциальных возможностей реализации инвестиционных ресурсов значительно бóльшую роль играют не величины среднего дохода на душу населения, а дифференциация доходов между отдельными слоями населения [12].

Таблица 2

Динамика индекса Джини для Украины по версии Всемирного банка

Год	Индекс Джини (<i>J</i>)
2011	0,2455
2012	0,2470
2013	0,2460
2014	0,2560
2015	0,2550

Большинство специалистов полагает, что низкому расслоению общества по уровню доходов соответствуют количественные значения индекса 0-0,25, умеренному – 0,25-0,50, сильному расслоению – значения индекса от 0,50 до 1,00.

В настоящее время в Украине не существует универсальной системы оценки уровня коррупции в различных сферах экономики и общественной жизни, а статистическая отчетность правоохранительных органов является важным, но лишь дополнительным источником информации. Наиболее известным в мире и цитируемым показателем, несмотря на существующие проблемы его построения [13], является индекс восприятия коррупции (*The Corruption Perceptions Index (CPI)*), рассчитываемый по методике международной неправительственной организации *Transparency International*. Индекс имеет 100-балльную шкалу и представляет собой оценку от 0 (максимальный уровень коррупции) до 100 (при отсутствии коррупции). Динамика данного индекса и сопровождающий его рейтинг для Украины представлена в табл. 3.

Таблиця 3

**Динамика индекса восприятия коррупции (CPI) для Украины
по версии американской неправительственной организации Transparency International**

Год	Индекс восприятия коррупции (CPI)	Рейтинг страны
2011	23	144
2012	26	144
2013	25	142
2014	26	142
2015	27	130

В отчётах *Transparency International* не существует чёткой шкалы для лингвистической оценки уровня коррупции. Крайние низкие значения индекса *CPI* (от 0 до 10 баллов) по 100-балльной шкале соответствуют уровню коррупции «очень высокий» («*highly corrupt*»), значения индекса *CPI* от 90 до 100 баллов лингвистически описываются как «отсутствие коррупции» («*very clean*»). Таким образом, отсутствие лингвистических оценок в промежуточной области шкалы ставит вопрос о выработке таких оценок в контексте их использования в нечётко-логической модели при оценке политических рисков.

Одной из входных переменных, принимаемых для оценки политических рисков при разработке стратегии инновационного развития промышленного предприятия, нами выбран индекс состояния свободы (*Freedom in the World (FWI)*), оцениваемый для всех стран мира американской неправительственной организацией *Freedom House*. Данный показатель включает в себя оценку политических прав и гражданских свобод в стране. Каждый из этих показателей оценивается по 7-балльной шкале, при этом чем выше значение показателя, тем в меньшей степени страна удовлетворяет критериям полноты политических прав и гражданских свобод. В табл. 4 приведена динамика показателей политических прав и гражданских свобод в Украине за последние пять лет.

Таблиця 4

**Динамика показателей политических прав и гражданских свобод в Украине
по версии американской неправительственной организацией Freedom House**

Год	Политические права	Гражданские свободы	Статус состояния свободы в стране
2011	3	3	Частично свободная
2012	4	3	Частично свободная
2013	4	4	Частично свободная
2014	4	3	Частично свободная
2015	3	3	Частично свободная

Согласно методологии *Freedom House* при значениях каждого из двух показателей (политических прав (*Political Rights*) и гражданских свобод (*Civil Liberties*)), не превышающих 2, данную страну относят к свободным (*Free*), при значениях каждого из показателей более 5 страны относят к несвободным (*Not Free*), при остальных вариациях значений показателей страны относят к частично свободным (*Partly Free*).

Следующим показателем, привлекаемым нами для оценки политического риска, является показатель политической стабильности и отсутствия насилия/терроризма (*Political Stability and Absence of Violence/Terrorism Index (PSAVTI)*), разработанный Всемирным банком (*World Bank*) для оценки уровня государственного управления. Динамика данного показателя для Украины приведена в табл. 5.

Таблиця 5

Динамика показателя политической стабильности и отсутствия насилия (терроризма) в Украине по версии Всемирного банка (*World Bank*)

Год	Значение показателя политической стабильности и отсутствия насилия (терроризма) (<i>PSAVTI</i>)
2011	43
2012	42
2013	22
2014	6
2015	8

Индекс измеряется в перцентилях, его значение колеблется от 0 до 100. Чем выше значение индекса, тем более высокую позицию имеет конкретная страна по каждому из индикаторов [14]. К сожалению, в отчётах *World Bank* отсутствует чёткая шкала для лингвистической оценки уровня политической стабильности, которую можно было бы легко адаптировать к разработанной нами модели.

Способность правительства формулировать и реализовывать рациональную политику и правовые акты, которые стимулируют развитие промышленного производства и частного сектора, оценивается Всемирным банком по показателю индекса качества законодательства (*Regulatory Quality Index (RQI)*). Динамика данного индекса для Украины представлена в табл. 6.

Таблиця 6

Динамика индекса качества законодательства (*RQI*) в Украине по версии Всемирного банка (*World Bank*)

Год	Качество законодательства (<i>RQI</i>)
2011	30
2012	30
2013	29
2014	29
2015	25

Индекс *RQI*, как и индекс *PSAVTI*, измеряется в перцентилях, его значение колеблется от 0 до 100, при этом более высокое значение индекса соответствуют более высокому качеству управления.

Для оценки уровня выходной переменной – уровня политического риска (*Political Risk Index (PRI)*), а также оценки уровня ущерба от него нами предлагается шкала, приведённая в табл. 7.

Таблиця 7

Шкала оценки уровня политического риска (*PRI*)

Лингвистическая оценка уровня политического риска	Лингвистическое описание политического риска	Баллы	Уровень ущерба для предприятия
Очень низкий	VL (<i>Very Low</i>)	0-20	Незначительный
Низкий	L (<i>Low</i>)	20-40	Малый
Умеренный	M (<i>Moderate</i>)	40-60	Допустимый
Высокий	H (<i>High</i>)	60-80	Высокий
Очень высокий	VH (<i>Very High</i>)	80-100	Критический

Уровень политического риска в предлагаемой модели рассматривается нами как агрегированный показатель совокупности пяти входных переменных, оцениваемых по

трёхбалльной шкале, и одной выходной переменной, оцениваемой по пятибалльной шкале.

Для расчёта привлечём следующие переменные:

x_1 – первая входная переменная «индекс Джини (J)». Её терм-множество, то есть множество значений, обозначим как $T_1 =$ («низкий (*Low*)», «умеренный (*Moderate*)», «высокий (*High*)»), или в символьном виде $T_1 = (X_{1,1}, X_{1,2}, X_{1,3})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 1;

x_2 – вторая входная переменная «Индекс восприятия коррупции (CPI)». Её терм-множество, то есть множество значений, обозначим как $T_2 =$ («низкий (*Low*)», «умеренный (*Moderate*)», «высокий (*High*)»), или в символьном виде $T_2 = (X_{2,1}, X_{2,2}, X_{2,3})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 2;

x_3 – третья входная переменная «индекс свободы в мире (FWI)». Её терм-множество, то есть множество значений, обозначим как $T_3 =$ («свободная (*Free*)», «частично свободная (*Partly Free*)», «не свободная (*Not Free*)»), или в символьном виде $T_3 = (X_{3,1}, X_{3,2}, X_{3,3})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 3;

x_4 – четвёртая входная переменная «индекс политической стабильности и отсутствия насилия/терроризма ($PSAVTI$)». Её терм-множество, то есть множество значений, обозначим как $T_4 =$ («низкий (*Low*)», «умеренный (*Moderate*)», «высокий (*High*)»), или в символьном виде $T_4 = (X_{4,1}, X_{4,2}, X_{4,3})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 4;

x_5 – пятая входная переменная «индекс качества законодательства (RQI)». Её терм-множество, то есть множество значений, обозначим как $T_5 =$ («низкий (*Low*)», «умеренный (*Moderate*)», «высокий (*High*)»), или в символьном виде $T_5 = (X_{5,1}, X_{5,2}, X_{5,3})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 5;

y – выходная переменная «индекс политического риска (PRI)». В качестве терм-множества выходной переменной будем использовать множество $T_6 =$ («очень низкий (*Very Low*)», «низкий (*Low*)», «умеренный (*Moderate*)», «высокий (*High*)», «очень высокий (*Very High*)»), или в символьном виде $T_6 = (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 6.

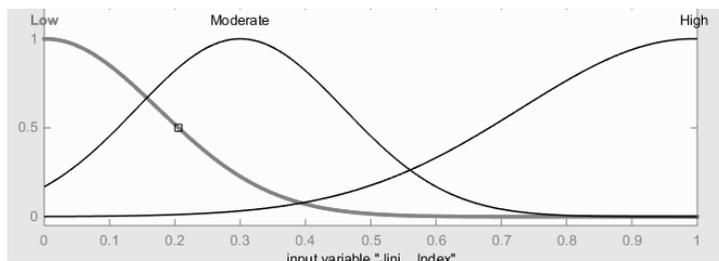


Рис. 1. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной «индекс Джини (*Gini Index*)»

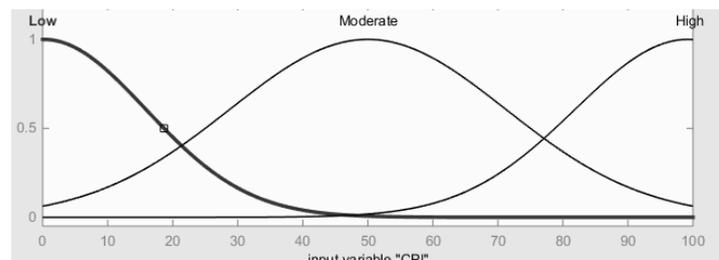


Рис. 2. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной «индекс восприятия коррупции (*Corruption Perception Index (CPI)*)»

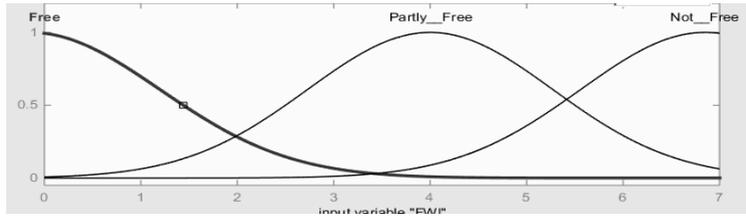


Рис. 3. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной «индекс свободы в мире (*Free in the World (FWI)*)»

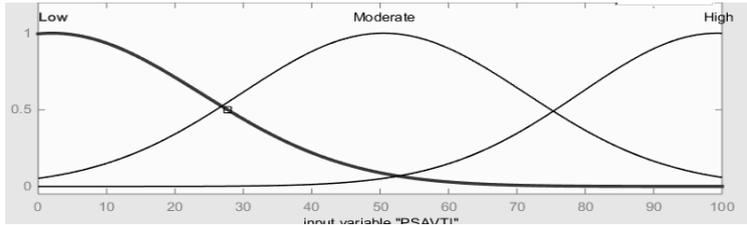


Рис. 4. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной «индекс политической стабильности и отсутствия насилия/терроризма (*PSAVTI*)»

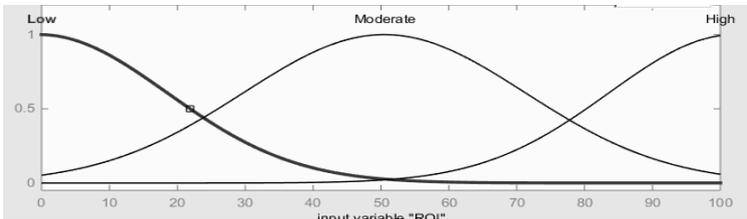


Рис. 5. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной «качество законодательства (*Regulatory Quality (RQI)*)»

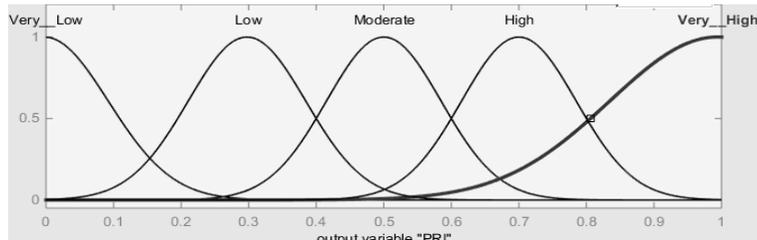


Рис. 6. График функции принадлежности для выходной лингвистической переменной «индекс политического риска (*Political Risk Index (PRI)*)»

На основе описания пяти входных и одной выходной переменной нами разработаны десять логических правил вывода выходной переменной:

правило 1: If (*Jini Index is Low*) and (*CPI is High*) and (*FWI is Free*) and (*PSAVTI is High*) and (*RQI is High*) then (*PRI is Very Low*);

правило 2: If (*JiniIndex is Low*) and (*CPI is High*) and (*FWI is Free*) and (*PSAVTI is High*) and (*RQI is Moderate*) then (*PRI is Low*);

правило 3: If (*JiniIndex is Low*) and (*CPI is High*) and (*FWI is Free*) and (*PSAVTI is Moderate*) and (*RQI is High*) then (*PRI is Low*);

правило 4: If (*Jini Index is Moderate*) and (*CPI is High*) and (*FWI is Partly Free*) and (*PSAVTI is Moderate*) and (*RQI is Moderate*) then (*PRI is Moderate*);

правило 5: If (*Jini Index is Moderate*) and (*CPI is Moderate*) and (*FWI is Partly Free*) and (*PSAVTI is Moderate*) and (*RQI is Moderate*) then (*PRI is Moderate*);

правило 6: If (*Jini Index is High*) and (*CPI is Moderate*) and (*FWI is Not Free*) and (*PSAVTI is Low*) and (*RQI is Moderate*) then (*PRI is High*);

правило 7: If (*Jini Index is Moderate*) and (*CPI is Moderate*) and (*FWI is Partly Free*) and (*PSAVTI is Low*) and (*RQI is Moderate*) then (*PRI is High*);

правило 8: If (*Jini Index is High*) and (*CPI is Moderate*) and (*FWI is Partly Free*) and (*PSAVTI is Low*) and (*RQI is Low*) then (*PRI is Very High*);

правило 9: If (*Jini Index is Moderate*) and (*CPI is Moderate*) and (*FWI is Free*) and (*PSAVTI is Low*) and (*RQI is Low*) then (*PRI is Very High*);

правило 10: If (*Jini Index is High*) and (*CPI is Low*) and (*FWI is Not Free*) and (*PSAVTI is Low*) and (*RQI is Low*) then (*PRI is Very High*).

Визуализация модели оценки индекса политического риска в 3D-формате в зависимости от входных переменных проводилась нами с помощью модуля *Surface Viewer* и представлена на рис. 7.

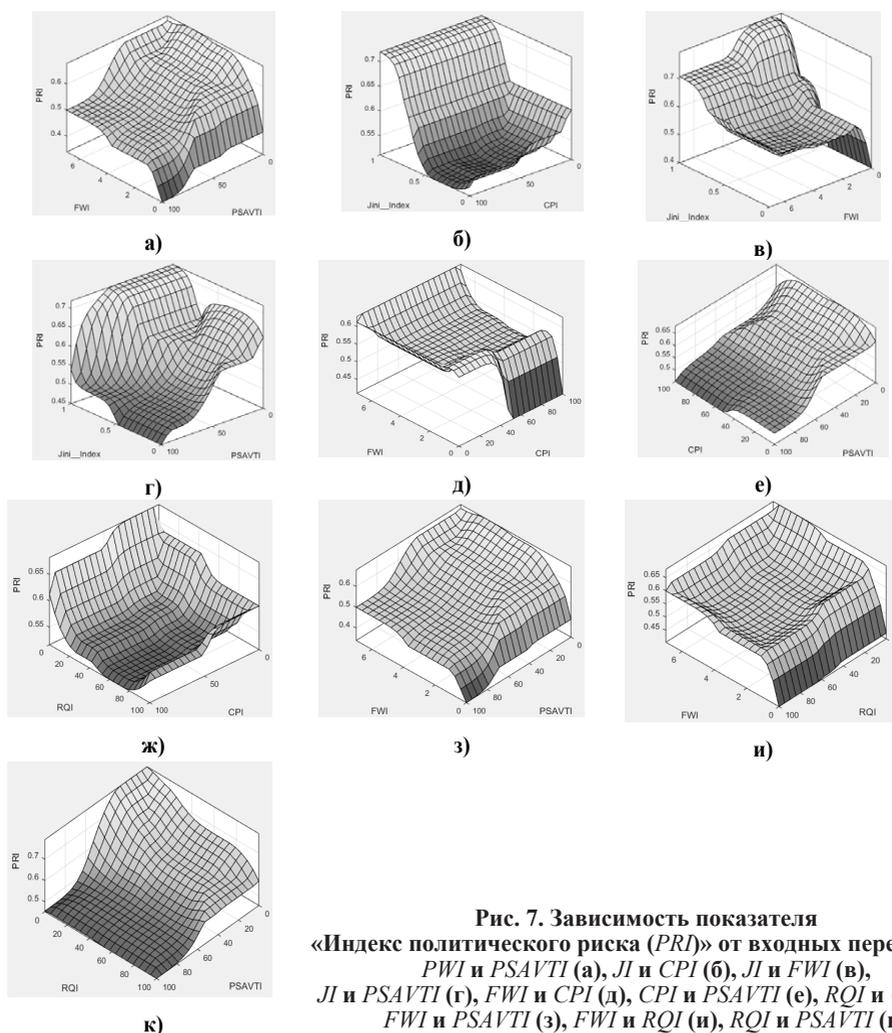


Рис. 7. Зависимость показателя «Индекс политического риска (PRI)» от входных переменных *PWI* и *PSAVTI* (а), *JI* и *CPI* (б), *JI* и *FWI* (в), *JI* и *PSAVTI* (г), *FWI* и *CPI* (д), *CPI* и *PSAVTI* (е), *RQI* и *CPI* (ж), *FWI* и *PSAVTI* (з), *FWI* и *RQI* (и), *RQI* и *PSAVTI* (к)

Реализация нечёткого вывода осуществлялась с помощью алгоритма Мамдани в пакете *Fuzzy Logic Toolbox* программы *MATLAB* (версия *R2014b*). Нечёткий вывод значения индекса политического риска (*PRi*) за 2015 г. по предложенной нами нечётко-логической модели представлен на рис. 8.

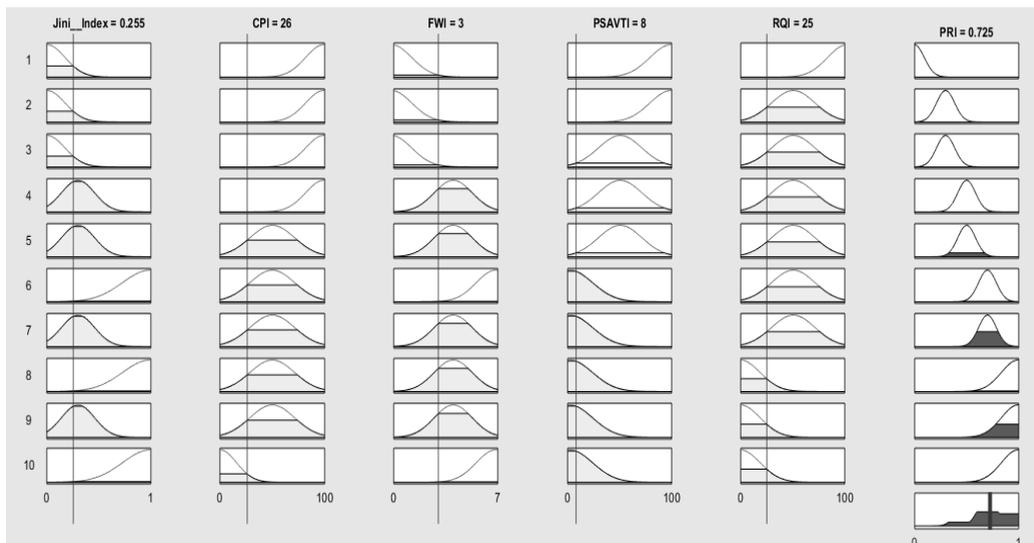


Рис. 8. Реализация нечёткого вывода Мамдани в среде *MATLAB* для оценки Индекса политического риска в предложенной модели для Украины за 2015 г.

Полученные согласно предложенному нами алгоритму значения индекса политического риска (*PRi*) за период 2011–2015 гг. представлены на рис. 9.

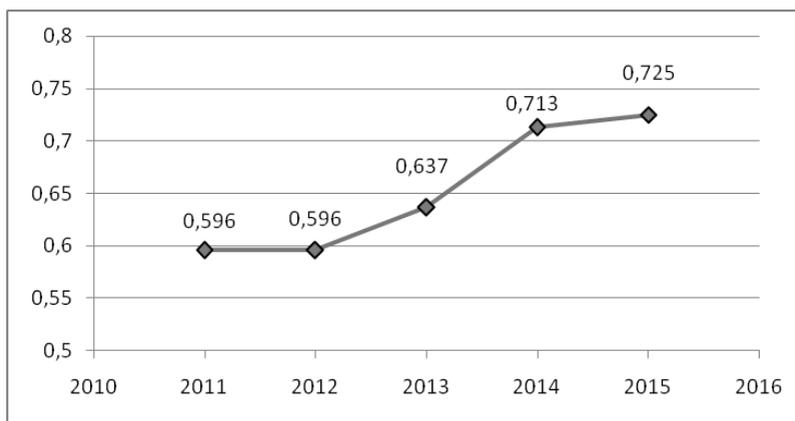


Рис. 9. Динамика значений индекса политического риска (*PRi*), рассчитанных по предложенной нечётко-логической модели

Как видно из рис. 9, тенденция изменения индекса политического риска в целом, на наш взгляд, коррелирует с политическими изменениями, произошедшими в Украине за обозреваемый период.

Выводы. Построена нечёткая экспертная система, позволяющая с помощью предложенного алгоритма нечёткого вывода количественно оценивать агрегированный индекс политического риска.

Предложенный метод нечётких множеств даёт возможность производить количественную оценку политического риска, а значит, оценивать влияние данного фактора внешней среды на функционирование промышленного предприятия.

Дальнейшие разработки авторов в этом направлении будут посвящены разработке методики подбора и структурирования показателей, привлекаемых для оценки политического риска, а также усовершенствованию модели нечёткого вывода в аспекте учёта влияния политических рисков на разработку стратегии инновационного развития промышленных предприятий.

Список использованных источников

1. Bloomberg Innovative Index [Electronic resource]. – Available at: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-01-19/these-are-the-world-s-most-innovative-economies#media-5>
2. Івченко І.Ю. Економічні ризики: навчальний посібник / І.Ю. Івченко. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 304 с.
3. Sottilotta C. E. Concept and Measurement of Political Risk: From Theory to Practice / Cecilia Emma Sottilotta [Electronic resource]. – Available at: <http://eprints.luiss.it/1279/1/20131217-sottilotta.pdf>
4. Политология: учебное пособие / под ред. А.С. Тургаева, А.Е. Хренова. – СПб.: Питер, 2005. – 560 с.
5. Кривошеїн В.В. Політична ризикологія: епістемологічний статус, предметна сфера, аналітичні інструменти [Текст]: монографія / В.В. Кривошеїн. – Дніпропетровськ: Інновація, 2009. – 316 с.
6. Kobrin S.J. Political Risk: A Review And Reconsideration / Stephen J. Kobrin // Palgrave Macmillan Journals is collaborating with JSTOR to digitize, preserve, and extend access to Journal of International Business Studies. Pp.67-80 [Electronic resource]. – Available at: http://www.rcmewhu.com/upload/file/20150527/20150527211132_7719.pdf
7. Bekaert G. Political Risk and International Valuation / Geert Bekaert, Campbell R. Harvey, Christian T. Lundblad, Stephan Siegel. September, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – https://www0.gsb.columbia.edu/mygsb/faculty/research/pubfiles/13995/Beaert_Political_Risk.pdf.
8. Porananond D. Risk Management for New Product Development Projects in Food Industry / Dundusid Porananond, Natcha Thawesaengskulthai // Journal of Engineering, Project, and Production Management. – 2014. – 4(2). – Pp. 99–113.
9. Абдулаева З.И. Стратегический анализ инновационных рисков / З.И. Абдулаева, А.О. Недосекин. – СПб: Изд-во Политехн. университета, 2013. – 150 с.
10. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.
11. Мячин В.Г. Нечётко-логический подход к оценке рисков при разработке стратегии инновационного развития промышленных предприятий / В.Г. Мячин // Економічний вісник ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет». – 2016. – №1(3) – С. 12–16.
12. Лучко М. Динаміка інвестиційно-інноваційного розвитку України: реалії та перспективи [Електронний ресурс] / Михайло Лучко, Леонід Савчук // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2015. – Вип. 1 (12). – С. 96–106. – Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2015/15lmrrtp.pdf>
13. Квон Д.А. Индекс восприятия коррупции: оценка методологии / Д.А. Квон. – ВЛАСТЬ, 2015. – № 6. – С. 72–76.
14. Kaufmann D. The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues / D. Kaufmann, A. Kraay, M. Mastruzzi. – World Bank Policy Research Working Paper. – September 2010. – № 5430.

References

1. Bloomberg Innovative Index. Available at: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-01-19/these-are-the-world-s-most-innovative-economies#media-5>
2. Ivchenko, I.Yu. (2004). *Ekonomichni ryzyky* [Economic risks]. Kyiv, Centre of educational literature Publ., 304 p.
3. Sottilotta, C.E. *Concept and Measurement of Political Risk: From Theory to Practice*. Available at: <http://eprints.luiss.it/1279/1/20131217-sottilotta.pdf>

4. Turgaev, A.S. & Hrenov, A.E. (ed.) (2005). *Politologija* [Political science]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2005, 560 p.
5. Kryvoshein, V.V. (2009). *Politychna ryzykologhiia: epistemolohichnyj status, predmetna sfera, analitychni instrumenty* [Political riskology: the epistemological status of subject field, analytical tools]. Donetsk, Innovation Publ., 316 p.
6. Kobrin, S.J. *Political Risk: a Review and Reconsideration*. *Palgrave Macmillan Journals is collaborating with JSTOR to digitize, preserve, and extend access*. Journal of International Business Studies. Pp. 67-80. Available at: http://www.rcmewhu.com/upload/file/20150527/20150527211132_7719.pdf
7. Bekaert, G., Harvey, C., Lundblad, C. & Siegel, S. (2015). *Political Risk and International Valuation*. September, 2015. Available at: https://www0.gsb.columbia.edu/mygsb/faculty/research/pubfiles/13995/Bekaert_Political_Risk.pdf.
8. Porananond, D. (2014). *Risk Management for New Product Development Projects in Food Industry*. Journal of Engineering, Project, and Production Management, no. 4 (2), pp. 99-113.
9. Abdulaeva, Z.I. & Nedosekin, A.O. (2013). *Strategicheskij analiz innovacionnyh riskov* [Strategic analysis of innovation risk]. Saint Petersburg, Polytechnic University Publ., 150 p.
10. Pegat, A. (2013). *Nechetkoe modelirovanie i upravlenie* [Fuzzy modeling and control], 2nd ed. Moscow, BINOM. Knowledge laboratory Publ. 798 p.
11. Mjachin, V.G. (2016). *Nechjotko-logicheskij podhod k ocenke riskov pri razrabotke strategii innovacionnogo razvitiya promyshlennyh predpriyatij* [Fuzzy-logic approach to risk assessment in the development of strategy of innovative development of industrial enterprises]. *Ekonomichnyj visnyk DVNZ "Ukrains'kyj derzhavnyj khimiko-tehnolohichnyj universytet"* [Economic Bulletin of the State Higher Educational Institution "Ukrainian state chemical technology University"]. No. 1 (3), pp. 12-16.
12. Luchko, M. & Savchuk, L. (2015). *Dynamika investytsijno-innovatsijnoho rozvytku Ukrainy: realii ta perspektyvy* [Dynamics of investment-innovative development of Ukraine: reality and prospects]. *Sotsial'no-ekonomichni problemy i derzhava* [Socio-economic problems and the state]. Issue 1 (12), pp. 96-106. Available at: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2015/15lmrrtp.pdf>
13. Kvon, D.A. (2015). *Indeks vosprijatija korupcii: oценка metodologii* [Corruption perception Index: evaluation methodology]. *VLAST'* [The POWER]. No. 6, pp. 72-76.
14. Kaufmann, D., Kraay, A. & Mastruzzi, M. (2010). *The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues*. World Bank Policy Research Working Paper. September, no. 5430.

Запропоновано загальний алгоритм нечітко-логічного підходу до оцінки політичних ризиків при розробці стратегії інноваційного розвитку промислових підприємств. Показано, що традиційні підходи і методи визначення політичних ризиків не дозволяють врахувати різноманіття політичних чинників, які впливають на інноваційну діяльність промислових підприємств. Проаналізовано і відібрано найбільш значущі показники для оцінки політичного ризику на рівні підприємства і галузі, запропоновано метод кількісної оцінки ризиків на базі нечіткого висновку Мамдані, проведено візуалізацію оцінки політичного ризику в 3D-форматі за допомогою модуля *Surface Viewer* в пакеті *Fuzzy Logic Toolbox* програми *MATLAB*.

Ключові слова: стратегія інноваційного розвитку, промислове підприємство, політичні ризики, методи оцінки, нечіткі множини, PEST-аналіз, матриця ризиків.

*A general fuzzy logic algorithm was suggested in order to assess political risks in the development strategy of industrial enterprises innovative development. It has been shown that traditional approaches and methods of political risks determination do not allow taking into account the variety of political factors that affect industrial enterprises innovation activities. The most relevant indicators that are used to assess political risk at the enterprise and industry level were analyzed and selected. Mamdani's fuzzy inference method of quantitative risk assessment was suggested. Political risk assessment data were visualized in 3D-format with *Surface Viewer* module of *Fuzzy Logic Toolbox* package in *MATLAB*.*

Key words: innovative development strategy, enterprise, political risks, evaluation methods, fuzzy sets, PEST-analysis, risk matrix.

Одержано 5.07.2016.