

ФИНАНСОВО МОДЕЛИРАНЕ В УСЛОВИЯ НА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ

Гл. ас. д-р Юлиян Велков

Международно висше бизнес училище

Резюме. Финансовото моделиране в условия на неопределеност представлява интелигентна методология за изследване на счетоводната информация. Тя се разработва във връзка с дефицита на точност в количественото описание на обектите в реалната икономика; отразява несигурността, нееднозначността и високата динамика на промяната на факторните влияния върху характеристиките на предприятието. Като утвърждава конвенционалните средства за оценяване и анализ на зависимости, извежда на преден план подходите и методите, които притежават способността да възпроизвеждат интелигентността. Теоретико-методологичната рамка на финансовото моделиране в условия на неопределеност се формира от знанията за размитите множества и свързаните с тях размити величини, размита математика и размита логика. Във функционален план реализира триетапния алгоритъм за работа при контролирана приблизителност – размиване на входната информация, оценка на комплексното изпълнение и деразмиване на резултата. При това счетоводните показатели на предприятието се осмислят съобразно с характеристиките на човешкото мислене, индивидуалния/груповия опит, субективната интуиция, предпочитанията. Вземането на решения се разширява с онези обекти и връзки, които не подлежат на точно оценяване. Финансовото управление като цяло получава повишена полезност, способност за емулиране на човешкото мислене, гъвкавост, бързина, ефективност и лесна модифицируемост.

Ключови думи: моделиране; размити множества; размита математика; финанси; бизнес икономика

JEL: M 10, M 21, C 58, D 81, G 32

Въведение

Несигурността в съвременната бизнес икономика изисква усъвършенстване на моделите за оценка и управление на предприятието. Увеличават се нарушенията на веригите за доставка, ускорява се инфлацията, влошава се средата за предприемачество като цяло. Генерира се многообразие от рискове. Твърде динамично и нееднозначно се променят факторите с влияние върху финансовото състояние, ефективността и паричното представяне на предприятието. Потвърждават се авторови констатации в миналото, че „всяко събитие възниква и протича толкова бързо, че практически става невъзможно точно да бъде предвидено какво ни очаква в бъдещето.“ (Nil Lafuente 1998: 8) При това счетоводните данни за разходите, приходите и финансовите резултати стават ограничено полезни за разработване на решения със стратегическа перспектива. В оценяването и управлението на преден план се установява опитът, интуицията и психическите качества на субекта. Така възникват условия за поява на информационна неяснота, непълнота, неточност, които не подлежат на редуциране или игнориране. Реализират се ситуации, които „не могат да бъдат адекватно описани чрез традиционните модели, методи и алгоритми на класическата математика с тяхната еднозначна бинарна логика „да-не“, „истина-лъжа“.“ (Dimitrova et al. 2010: 248) Всичко това налага развитие на конвенционалното финансово моделиране чрез

изграждане на способности за обработка на размита (неясна, нестрога) информация. В моделите за обработка на счетоводната информация се установява проблемът с неопределеността.

Под „неопределеност“ се разбира най-общо недостиг на стойност. (Angelova 2009) Това е понятие за дефицита на абсолютна точност в количественото представяне на обектите в реалната бизнес икономика. Изразява „положение, свързано с отсъствие, непълнота, недостатъчност и асиметрия на информацията..., а също и с ограничените способности на човека за събиране и обработване на информация, с постоянното изменение на тази информация“ (Dimitrova et al. 2010: 248). Неопределеността възниква в следствие на зависимостта от „случайни фактори, от събития, които не могат да бъдат предвидени, от субективните решения и действия на човека и т.н.“ (Dimitrova et al. 2010: 248) В оценяването и управлението на предприятието се изразява в липса, непълнота или нееднозначност на данните, контекстуална зависимост, неяснота на критериите за решение, субективност. (Angelova 2005, Angelova 2007, Vasileva 2008, Vladimirov 2004) Неопределеността налага обогатяване на детерминирания и статистическото моделиране с методи, способни да обработват информация, задавана в размит (нестрог, неясен) вид. Потвърждава валидността на твърденията, че „за да може да се формира каквато и да е прогноза или мнение относно естеството на бъдещите събития..., стана необходимо да се използва комбинация от нови термини и методи, базирани на обработката на неточни данни“ (Hil Lafuente 1998: 8, Zimmermann 2000).

В настоящата студия **обект** на изследване представлява теоретико-методологичната рамка за финансово моделиране в условия на неопределеност.

Предмет на изследователския интерес са размитите множества, размитите величини и размитите изчисления в качеството на база за разработване на модели за финансова оценка на предприятието.

Целта е да се предложи усъвършенстване на системността на подхода за оценяване на предприятието, като се използва модификация на Метода на разстоянията и интелигентни инструменти за обработка на неопределеността.

За реализиране на целта се дефинират следните **задачи**:

- Да се разработи обща характеристика на размитите множества;
- Да се изясни същността на размитите величини и – в частност – на триъгълните размити числа и трапецовидните размити интервали;
- Да се представят математическите действия събиране, изваждане, умножение и деление, изпълнявани с триъгълни размити числа и трапецовидни размити интервали;
- Да се проектира, реализира и тества размит модел за оценка на предприятието.

Изложението в настоящата студия е структурирано в четири части. Първата и втората от тях са посветени на общата характеристика на размитите множества и размитите величини. Изяснена е идеята за моделиране на непълна принадлежност; представени са елементите на конструкта на размитото множество и на размитата величина – носител и функция на принадлежност. Задълбочено представени са размитите числа (и в частност на триъгълните размити числа), както и размитите интервали (и конкретно на трапецовидните размити интервали). Обект на изложението в трета част е съдържанието и формалното

описание на аритметичните действия събиране, изваждане, умножение и деление, изпълнявани с триъгълни размити числа и трапецовидни размити интервали. В обширната четвърта част е разработен модел на система за оценка на предприятието, като с демонстрационна цел е подробно проектиран, реализиран и тестван размит модел за оценка на ликвидността.

1. Обща характеристика на размитите множества

Размитите множества представляват интелигентно средство за моделиране на неопределеността в бизнес икономиката. Тяхната същност и методологични характеристики се разработват в контекста на третата вълна на интелектуалното програмиране. (Masalovich 2011) В практиката предлагат иновативен инструмент, способен да интегрира счетоводните данни и експертното мислене. При това, въвеждайки контролирана приблизителност в обработването на информацията, разширяват обхвата на финансовото моделиране с онези обекти, чиято стойност „не се поддава на обективна оценка, или оценка от типа {да, не}, но допуска субективна интерпретация от по-общ характер” (Vasileva 2008: 21).

Понятието „размито множество“ се въвежда през 60-те години на XX век от Лотфи А. Заде, който в серия разработки полага основите на едноименната теория. (Zadeh 1968) В него се отразява възможността за некатегоричност на количественото описание на обектите и явленията в реалния свят; предлага се преход от класическото бинарно оценяване („нула“, „единица“) към измерване, включващо и междинни стойности от непрекъснатия интервал между двете крайни състояния. При това концепцията за обикновените множества в математиката се интегрира с постановки на неklasическата (тризначната) логика. Създава се математико-логическа база за формализиране и обективизиране на неточността, субективността, неяснотата на човешкото мислене. С принос към изясняването на същността на размитите множества от този период може да бъдат посочени също фундаменталните изследвания на французите Дидие Дюбоа и Хенри Прейд, монографията на Арнолд Кофман „Въведение в теорията на размитите множества”, публикувана през 1973 г. в Париж, излезлият от печат две години по-късно труд „Приложение на размитите множества в системния анализ” с автори Константин Негойта и Дан Ралеску. Постепенно широкият интерес към темата провокира появата на многобройни периодични издания – списанията „Размити множества и системи” (САЩ) и „Бюлетин за размити подмножества и техни приложения” (Франция). Към края на 70-те години на XX век започва използването на размитите множества в икономиката, финансите и управлението. Учредява се международната асоциация SIGEF (International Association for Fuzzy Set Management & Economy), която се занимава с тестване, публикуване и разпространение на новости в приложението на размитите множества в икономическите изследвания и има централен офис, намиращ се в град Барселона (Испания). Формират се научни обединения в САЩ, Япония, Русия, Беларус, Украйна. След първата конференция, посветена на размитите множества и възможностите за тяхното използване (Испания, 1985 г.), започва регулярно провеждане на специализирани научни форуми. Появяват се голям брой теоретични и приложни публикации по темата (Zimmermann 1996, Kaufman et al. 1991, Klir, Juan 1995, Zimmermann 2000).

В България интересът към размитите множества датира от 80-те години на XX век на фона на активното разработване на приложения, предназначени за компютърно програмиране. В Българската академия на науките започват изследвания на възможностите на размитите множества при моделирането на обществени и стопански процеси. В следващите десетилетия се разработват програмни продукти за високоскоростно пресмятане при неточно зададени данни. В началото на XXI век размитите множества се налагат в проектирането на автоматизирани технологии, в прогнозирането на пазарната динамика, в изграждането на критичната инфраструктура (Vladimirov 2004, Angelova 2007, Petkova 2008). Понастоящем те продължават да се налагат в качеството на иновативно средство за моделиране и възпроизвеждане на човешкото мислене, като осигуряват гъвкава обработка на икономическа информация, разработване на решения в условия на непълна определеност, сближаване между точността и дискретността, характерни за класическата бизнес отчетност, със субективността, рационалността и гъвкавостта на човешкото мислене.

В концептуално отношение размитите множества възпъщават ключови постановки на обикновените множества и същевременно допускат непълно притежаване на общото, присъщо за всички множествени елементи качество, наречено характеристично свойство. Те потвърждават разбирането, че всяко множество представлява „свкупност от обединени по някакъв признак, определени и ясно разграничени обекти на нашата интуиция, които възприемаме като едно цяло“ (Vasileva 2008: 19, Jeleva 2004, Kantor 1985); доразвиват фундаменталните разработки в математиката на Георг Кантор, Ернст Цермело, Абрахам Френкел, Никола Бурбаки (Nicolas Bourbaki – псевдоним на група математици, б.а.), като ги съчетават с индивидуалността на човешкото мислене и липсата на точно стойностно описание на факторите на заобикалящата среда. При това характеристичното свойство, присъщо на елементите на размитото множество, освен категоричното „принадлежи“ или „не принадлежи“, може да получава оценки от целия интервал между двете гранични състояния. Бинарността, типична за функцията на принадлежност на обикновеното множество, намира развитие в непрекъснатостта на характеристичната функция на размитото множество. Във финансовия анализ и управление възниква инструмент с потенциал за обработка и моделиране на експертността и субективността при вземането на решения.

Размитото множество представлява свкупност от обекти, които са елементи на дадено обикновено множество и същевременно принадлежат в известна степен към размитото множество, образувано над споменатото обикновено множество. Прието е да се казва, че размитото множество е образувано (определено) над обикновеното множество. В специализираната литература се дефинира, че „свкупността от всички двойки $(x, \mu_A(x))$, за които $x \in X$, а $\mu_A(x)$ е функция, дефинирана върху елементите на X и приемаща стойности в интервала $[0, 1]$ се нарича размито множество A над X “ (Vasileva 2008: 26, Burnev, Stanchev 1987: 45). (За обозначаване на размитите множества най-често се използват главни букви – A, B, C и т.н., а за записване на техните елементи – малки букви – a, b, c и т.н. Обикновените множества, над които са образувани размити множества, и елементите им се представят съответно с X и $x_1, x_2, \dots, x_n$. Функцията на принадлежност на размитото множество A , което е образувано над обикновеното множество X , се задава с израза $\mu_A(x)$.) Всички елементи в състава на дадено размито множество притежават едно и също (общо) свойство; с други

думи, всички обекти, които имат едно и също (общо) свойство, са елементи на едно и също размито множество. (Stefanov 2004: 139) „При това стойността $\mu_A(x) = 1$ за елемента $x \in X$ означава, че той определено (категорично – б.а.) принадлежи към размитото множество A , а стойността $\mu_A(x) = 0$ означава, че елементът x определено (категорично – б.а.) не принадлежи към размитото множество A .“ (Bahusova 2012: 15) Въз основа на посоченото всяко обикновено множество може да се разглежда като размито множество, в чийто състав присъстват само елементи с категорична принадлежност, т.е. с функция на принадлежност, която възлиза на единица ($\mu_A(x) = 1$)..

Размитото множество се представя изчерпателно с два параметъра:

- Носител на размитото множество;
- Функция на принадлежност на размитото множество.

Носител на размитото множество. Нарича се още Базово/универсално множество. В специализираната литература се посочва, че „за универсалното множество X винаги се предполага, че не е размито“ (Zahariev 2013: 3). Това е съвкупност от елементи, които притежават конкретно характеристично свойство. Носителят на размитото множество A , образувано над множеството X , е обикновеното множество X с функция на принадлежност $\mu_A(X)$, която за всеки елемент $x_1, x_2, \dots, x_n$ е по-голяма от 0:

$$x \mid x \in X, \mu_A(X) > 0 \quad (1.1)$$

Елементите на носителя X на размитото множество A , за които функцията на принадлежност $\mu_A(x)$ възлиза на единица, т.е. $\mu_A(x) = 1$, образуват ядрото на размитото множество.

Елементите на носителя X на размитото множество A , за които функцията на принадлежност $\mu_A(x)$ се различава както от нула, така и от единица, т. е. $0 < \mu_A(x) < 1$, формират съдържанието на размитото множество A .

Елементите на носителя X на размитото множество A , за които функцията на принадлежност $\mu_A(x)$ се равнява на 0.5, т.е. $\mu_A(x) = 0.5$ представляват точки на преход (от определеност към неопределеност) на размитото множество A .

Елементите на носителя X на размитото множество A , за които функцията на принадлежност е по-голяма или равна от стойността α , т.е. $\mu_A(x) \geq \alpha$, образуват размито множество от ниво α . Записва се със символа A^α .

Елементите на носителя X на размитото множество A , за които функцията на принадлежност е равна от стойността α , т.е. $\mu_A(x) = \alpha$, формират α -срез на размитото множество A .

Функция на принадлежност на размитото множество. Представлява количествено описание на близостта на всеки елемент, включен в състава на дадено рамно множество, към същото размито множество. Оценява степента, в която отделните елементи на размитото множество притежават общото за всички тях характеристично свойство. „Функцията на принадлежност обикновено се означава с μ_A и съпоставя на всеки елемент $x \in X$ число $\mu_A(x) \in [0,1]$, което показва до каква степен елементът $x \in X$ принадлежи на размитото множество $\tilde{A}$, т. е. $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ и така $\tilde{A} = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in X, \mu_A(x) \in [0,1] \}$.“ (Zahariev 2013: 3) Функцията на принадлежност се оценява със стойности в диапазона между нула и единица (включително). Множеството от оценъчни стойности се нарича Множество на принадлежност. Автори споделят, че функцията на принадлежност на

размитото множество „е нищо друго освен характеристична функция, която приема не две стойности, а безбройно множество от стойности из целия интервал $[0;1]$ “ (Ibragimov 2010: 9-10). Множество, на което функцията на принадлежност не е точно дефинирана, а представлява също размито множество, се нарича размито множество от тип 2. (Vasileva 2008: 28)

Функцията на принадлежност формализира експертните знания, опита и интуицията на субектите на моделирането. Тя обичайно се дефинира индивидуално или групово като се използват т. нар. преки методи – непосредствено посочване, описване с формула или графично илюстриране. (Bahusova 2012: 17) Може обосновано да се предположи, че между броя на участващите експерти и достоверността на функцията на принадлежност съществува правопрпорционална зависимост, като големият брой експертни мнения гарантира висока обективност.

Носителят и функцията на принадлежност на размитото множество изграждат конструкт, който позволява възпроизвеждане на неопределеността в оценката и управлението в бизнеса. Във финансовия анализ и управление той предполага извършването на изчислителни действия при вземане предвид на субективността на човешкото мислене. Позволява възпроизвеждане и обработка на словесно зададена информация.

Размитото множество подлежи на представяне по следващите начини:

- Аналитично представяне;
- Конструктивно представяне;
- Таблично представяне;
- Графично представяне.

Аналитично представяне. Това е формализирано описание на съвкупността от елементи на размитото множество, както и на съответстващите им степени на принадлежност:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (1.2)$$

Аналитичното представяне е подходящо за задаване на размити множества с линейна функция на принадлежност.

Конструктивно представяне. Състои се в изчерпателно посочване на всички двойки елемент-степен на принадлежност в състава на размитото множество:

$$A = \{x_1/\mu_A(x_1), \dots, x_i/\mu_A(x_i), \dots, x_n/\mu_A(x_n), \mid x_i \in X\} \quad (1.3)$$

Конструктивното представяне може да се използва за описание на размити множества с неголям брой елементи.

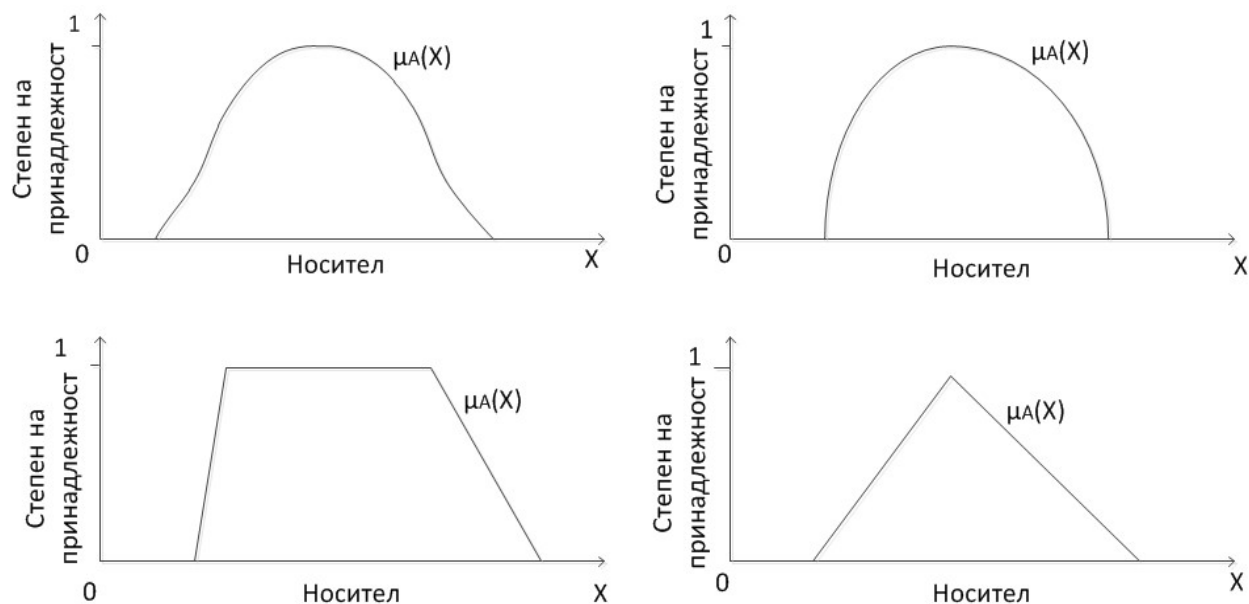
Таблично представяне. Проявява сходство с конструктивното представяне и се реализира чрез записване в таблица на всички елементи на размитото множество, както и на съответстващите им степени на принадлежност (Таблица 1.1).

Таблица 1.1

Елемент 1	Елемент 2		Елемент i		Елемент n
x_1	x_2		x_i		x_n
$\mu_A(x_1)$	$\mu_A(x_2)$		$\mu_A(x_i)$		$\mu_A(x_n)$

Използването на табличното представяне предполага задаване на размити множества с малко на брой елементи.

Графично представяне. Илюстрира множеството от точки, които в двуизмерното пространство описват всички двойки елемент-степен на принадлежност на размитото множество. На практика визуализира функцията на принадлежност на размитото множество (Фигура 1.1).



Фигура 1.1. Размити множества с различна форма на функцията на принадлежност

Понастоящем в условията на ограничено използване на размитите множества в практиката не може да бъде посочен доминиращ начин за тяхното представяне.

Размитите множества основополагат изграждането на модели за анализ и оценка на предприятието в условия на неопределеност. Те предоставят интелигентно средство за възпроизвеждане на експертността при тълкуването на счетоводната информация. Внасят полезен експертен субективизъм при изучаването на данните, както и способстват изграждането на модели на човешкото мислене. В широконаучен контекст се явяват своеобразно потвърждение на тезата „че излишният стремеж към точност започна да оказва действие, свеждащо до нула теорията на управлението и теорията на системите... В резултат много класове важни задачи... оставаха и продължават да остават встрани по тази причина, че не се поддават на математическа трактовка. За да направим нещо съществено за проблеми от подобен род, трябва да се откажем от нашите изисквания за точност и да допуснем резултати, които се явяват в известна степен размити или неопределени” (Boyantov 1975: 22-23).

2. Понятие за размитите величини

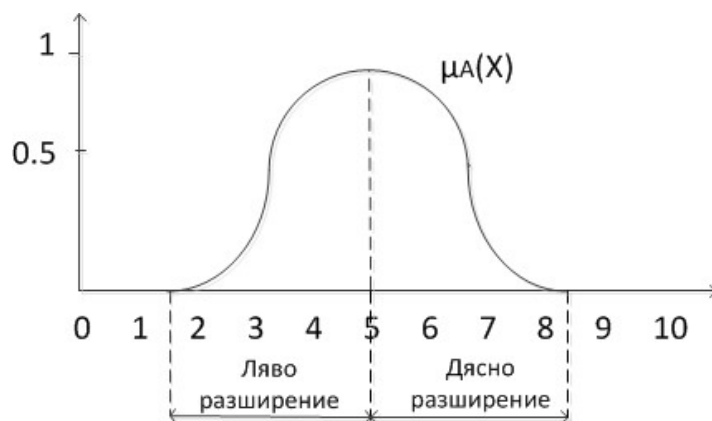
Размитите величини може да се определят като размити множества, които са образувани над множеството на реалните числа. Те съчетават концепцията за размитите множества и теорията на числата. Служат за представяне и обработка на количествени

данни в условия на непълна определеност. „Размита величина се нарича произволното размито множество A , което е зададено над множеството на реалните числа R .“ (Bahusova 2012: 43). Всяка размита величина се описва със съвкупността от реални числа и съответстващите им стойности на функцията на принадлежност $\tilde{a} = \{x, \mu_{\tilde{a}}(x) > 0; x \in R\}$. Във финансовото моделиране позволява възпроизвеждане на експертното мнение относно счетоводната информация и на тази база – ормализиране на принадлежността на финансови оценки към абстрактни обекти.

Размитите величини според броя на елементите с пълна принадлежност в състава им биват размити числа и размити интервали.

2.1. Размити числа

Размитите числа представляват размити величини, които са изградени от множество неточни стойности и едно-единствено точно число. Това са специфични конструкти, образувани над множеството на реалните числа и съдържащи само един елемент с пълна принадлежност. Моделират близостта на всеки обект от състава на дадено числово множество към конкретно реално число. В специализираната литература се посочва, че „размитото число $\tilde{a}$ се нарича размитото подмножество на числовата ос R , което има функция на принадлежност $\mu_a: R \rightarrow [0; 1]$, където R е множеството на реалните числа“ (Ibragimov 2010: 10, Bahusova 2012: 43). Областта от множеството на реалните числа, над която е образувано размитото число, се нарича носител на размитото число – $S_{\tilde{a}} = \{x; \mu_{\tilde{a}}(x) > 0; x \in R\}$; когато носителят се изгражда от само един елемент – $S_a = \{a; \mu_a = 1\}$, споменатото число се квалифицира като неразмито (точно). Функцията на принадлежност на размитото число може да се разглежда като своеобразен аналог на функцията на принадлежност на размитото множество; тя се задава в общ вид с квадратно уравнение – $\mu_{\tilde{a}}(x) = ax^2 + bx + c$, и се характеризира с унимодалност и изпъкналост – има един връх и за всеки три произволни елемента на носителя, разположени в реда x, y, z ($x \leq y \leq z$), изпълнява неравенството $\mu_{\tilde{a}}(y) \geq \min\{\mu_{\tilde{a}}(x); \mu_{\tilde{a}}(z)\}$ (Фигура 2.1).



Фигура 2.1. Общ вид на размито число

Размитите числа с линейна функция на принадлежност се наричат триъгълни размити числа. Това са размити стойности, чиито функции на принадлежност освен с изпъкналост и унимодалност, се характеризират с триъгълна форма. Дефинират се като „подредения набор

$A_\Delta = \{d, \alpha, \beta\}$, където d е модалната (точната – б.а.) стойност на триъгълното размито число, α е ляв коефициент на размитост (ляво разширение – б.а.) и β е десен коефициент на размитост (дясно разширение – б.а.)“ (Bahusova 2012: 44; Ibragimov 2010: 10). Всяко триъгълно размито число може да се разглежда като структура от едно-единствено точно число и множество неточни, които са по-малки и/или по-големи от точното число и наред с това равномерно увеличаващи принадлежността си при приближаване към точното число. „Съвкупността от неточни стойности на размитото число $\tilde{a}$, които са по-малки от точното число, се наричат ляво разширение... Съвкупността от неточни стойности на размитото число $\tilde{a}$, които са по-големи от точното число, се наричат дясно разширение.“ (Ibragimov 2010: 25) Лявото и дясното разширение сами по себе си също са размити числа. Записват се със символите съответно $\tilde{a}_L$ и $\tilde{a}_R$ и се наричат още триъгълни размити числа от L-тип и триъгълни размити числа от R-тип. В тази връзка автори уточняват, че „числото $\tilde{a}_L$ се нарича размито число от L-тип, ако може да приема неточни стойности от лявото разширение на размитото число $\tilde{a}$... Числото $\tilde{a}_R$ се нарича размито число от R-тип, ако може да приема неточни стойности от дясното разширение на размитото число $\tilde{a}$.“ (Ibragimov 2010: 25) Логично следва, че триъгълното размито число, което има и ляво разширение $\tilde{a}_L$, и дясно разширение $\tilde{a}_R$ се нарича триъгълно размито число от LR-тип.

Триъгълното размито число подлежи на изчерпателно описание с два параметъра:

- Носител на триъгълното размито число;
- Функция на принадлежност на триъгълното размито число.

Носител на триъгълното размитото число. Нарича се още Базово/универсално множество. По същество това е подмножество на множеството на реалните числа. Носителят на триъгълното размито число $\tilde{a}$ от LR-тип – $S_{\tilde{a}}$, може да се разглежда като изградено от носителя на лявото разширение, само по себе си представляващо триъгълно размито число от L-тип – $S_{\tilde{a}_L} = \{x < a; \mu_{\tilde{a}} > 0; x \in R\}$, и носителя на дясното разширение, само по себе си също триъгълно размито число, но от R-тип – $S_{\tilde{a}_R} = \{x > a; \mu_{\tilde{a}} > 0; x \in R\}$.

Елементът на носителя $S_{\tilde{a}}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$, който има степен на принадлежност, която се оценява на единица, т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 1$, се нарича ядро на споменатото триъгълно размито число.

Елементите на носителя $S_{\tilde{a}}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, която се различава както от нула, така и от единица, т.е. $0 < \mu_{\tilde{a}}(x) < 1$, изграждат съдържанието на споменатото триъгълно размито число.

Елементите на носителя $S_{\tilde{a}}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна на 0.5, т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 0.5$, представляват точки на преход (от определеност към неопределеност) на споменатото триъгълно размито число.

Елементите на носителя $S_{\tilde{a}}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна или по-голяма от стойността α , т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) \geq \alpha$, се наричат неточни стойности от α -ниво.

Елементите на носителя $S_{\tilde{a}}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна на стойността α , т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = \alpha$, формират α -срез на споменатото триъгълно размито число.

Лява граница на носителя $S\tilde{a}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$ се нарича онази стойност от множеството на реалните числа, в която за всяка достатъчно малка промяна $\delta > 0$ е изпълнено условието $\mu_{\tilde{a}} = 0$; $\mu(a - \delta) = 0$; $\mu(a + \delta) \neq 0$.

Дясна граница на носителя $S\tilde{a}$ на триъгълното размито число $\tilde{a}$ се нарича онази стойност от множеството на реалните числа, в която за всяка достатъчно малка промяна $\delta > 0$ е изпълнено условието $\mu_{\tilde{a}} = 0$; $\mu(a + \delta) = 0$; $\mu(a - \delta) \neq 0$.

Функция на принадлежност на триъгълното размито число. Представява математическо описание на степента, в която всеки елемент от състава на дадено триъгълно размито число припада към точната стойност на същото размито число. Приема стойности в известен интервал, обикновено между нула и единица (включително). Функцията на принадлежност на триъгълното размито число $\tilde{a}$ от LR-тип – $\mu_{\tilde{a}}(x)$, може да се разглежда като съчетание от функцията на принадлежност на лявото разширение, което само по себе си представлява триъгълно размито число от L-тип – $\mu_{\tilde{a}_L}(x) = 1 - \frac{a - x}{a_L}$, и функцията на принадлежност на дясното разширение, само по себе си също триъгълно размито число, но от R –тип – $\mu_{\tilde{a}_R}(x) = 1 - \frac{x - a}{a_R}$.

Носителят и функцията на принадлежност на триъгълното размито число формализират своеобразно пространство за моделиране на човешкото мислене. Те остойностяват субективността в интерпретирането на счетоводните и други точни данни. Предполагат математическите действия в условия на неопределеност.

Триъгълното размито число по подобие на размитото множество може да бъде представено по следващите начини:

- Аналитично представяне;
- Конструктивно представяне;
- Таблично представяне;
- Графично представяне.

Аналитично представяне. Реализира се чрез формализирано описание на съвкупността от елементи и съответстващите им степени на принадлежност към точната стойност. При това се посочва точната стойност a , разширението в ляво a_L и разширението в дясно a_R :

$$\tilde{a} = \{a, a_L, a_R\} \quad (2.1)$$

Конструктивно представяне. Състои се в изчерпателно изброяване на всички двойки елемент-степен на принадлежност в състава на триъгълното размито число. Поради линейния характер на споменатата функция обаче конструктивното представяне може успешно да бъде извършено чрез посочване само на точната стойност a , лявата граница $(a - a_L)$ и дясната граница $(a + a_R)$.

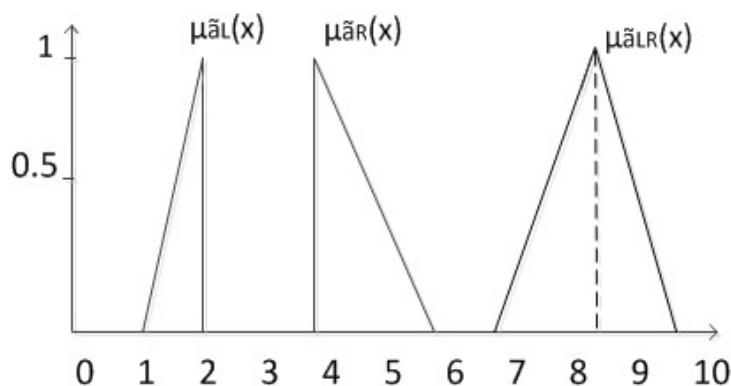
$$\tilde{a} = \{0/(a - a_L); 1/a; 0/(a + a_R)\} \quad (2.2)$$

Таблично представяне. Изразява се в записване в таблица на всички елементи и съответстващите им степени на принадлежност. С оглед на линейността на функцията на принадлежност може да се ограничи до посочване на лявата (долната) граница, точната стойност и дясната (горната) граница на триъгълното размито число (Таблица 2.1).

Таблица 2.1

Лява (долна) граница	Точна стойност	Дясна (горна) граница
$a - a_L$	a	$a + a_R$
$\mu_{\tilde{a}}(a - a_L)$	$\mu_{\tilde{a}}(a)$	$\mu_{\tilde{a}}(a + a_R)$

Графично представяне. Илюстрира множество от точки, чиито координати в двуизмерното пространство описват елементите и техните степени на принадлежност. На практика се получава визуализиране на функцията на принадлежност на триъгълното размито число (Фигура 2.2).

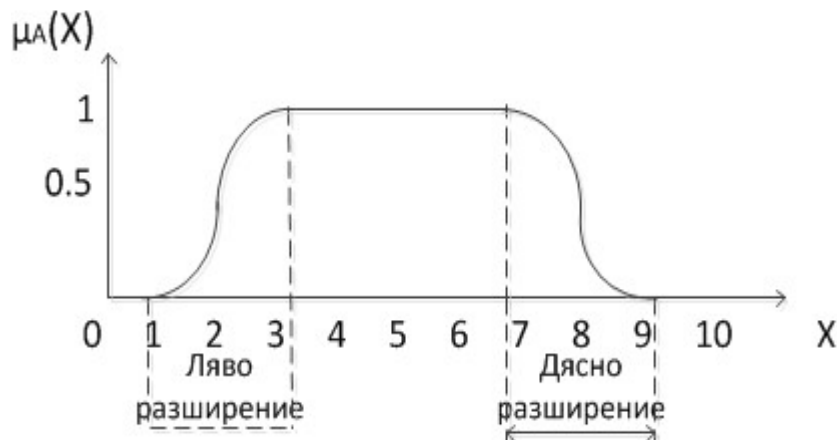


Фигура 2.2. Триъгълни размити числа с различна форма на функцията на принадлежност

Аналитичното, конструктивното, табличното и графичното представяне са еднакво удобни и ограничено използвани в практиката възможности за представяне на триъгълните размити числа.

2.2. Размити интервали

Размитите интервали представляват размити величини, които са образувани от множество неточни стойности и повече от едно точно число. Това са конструкти с набор от елементи с пълна принадлежност. Изграждат се над множеството на реалните числа и възпроизвеждат близостта на всеки техен елемент към интервала от точни стойности. Размитите интервали се намират в идейна и съдържателна близост с размитите числа. Функцията им принадлежност се характеризира с изпъкналост, но без унимодалност. Може да се разглеждат в качеството на своеобразни разширения на размитите числа, в които единственият наличен числов елемент с пълна принадлежност е заменен с набор от категорично принадлежащи числови елементи. Подмножеството от множеството на реалните числа, над което е определен размитият интервал, се нарича носител на размития интервал – $S_{\tilde{a}} = \{x; \mu_{\tilde{a}}(x) > 0; x \in \mathbb{R}\}$; когато носителят се изгражда от само един елемент – $S_a = \{a; \mu_a = 1\}$, споменатият интервал се нарича неразмит (точен). Функцията на принадлежност на размития интервал по аналогия с функцията на принадлежност на размитото число подлежи на записване с квадратно уравнение $\mu_{\tilde{a}}(x) = ax^2 + bx + c$; освен това, тя се характеризира с изпъкналост и за всеки три произволни елемента на носителя, разположени в реда x, y, z ($x \leq y \leq z$), изпълнява неравенството $\mu_{\tilde{a}}(y) \geq \min\{\mu_{\tilde{a}}(x); \mu_{\tilde{a}}(z)\}$ (Фигура 2.3).



Фигура 2.3. Общ вид на размит интервал

Размитите интервали с линейна функция на принадлежност, чиято графика визуално наподобява геометричната фигура трапец, се наричат трапецовидни размити интервали (Фигура 2.4). Това са конструкти от две или повече точни числа и множество неточни, които са по-малки от най-малкото точно число и/или по-големи от най-голямото точно. Според дефиниции на автори „трапецовидният размит интервал удобно се представя във формата на подреденото множество $A_T = \{a, b, \alpha, \beta\}$, където a и b съответстват на горната и долната модална (точна – б.а.) стойност на трапецовидния размит интервал, α – ляв коефициент на размитост (ляво разширение – б.а.) и β е десен коефициент на размитост (дясно разширение – б.а.)“ (Bahusiva 2012: 45). По аналогия с триъгълните размити числа за обозначаване на трапецовидните размити интервали се използват малки букви $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$ и т.н.; горната и долната точни стойности a и b , които са граници на интервала от точни стойности, е прието да се отбелязват съответно с a_1 и a_2 ; левият коефициент на размитост α се записва със символа a_L , а десният коефициент на размитост β – със символа a_R . В настоящата студия се изказва мнението, че трапецовидният размит интервал може да се третира като триъгълно размито число, в което единствената точна стойност е заместена със съвкупност от точни стойности в конкретен интервал. Във връзка с посоченото трапецовидните размити интервали, имащи набор от точни стойности и само разширение в ляво, се квалифицират като трапецовидни размити интервали от L-тип; трапецовидните размити интервали, изградени от множество точни стойности и само разширение в дясно представляват трапецовидни размити интервали от R-тип.

Трапецовидният размит интервал изчерпателно се описва с два параметъра:

- Носител на трапецовидния размит интервал;
- Функция на принадлежност на трапецовидния размит интервал.

Носител на трапецовидния размит интервал. Нарича се още Базово/универсално множество и представлява подмножество на множеството на реалните числа. Носителят на трапецовидния размит интервал – $S_{\tilde{a}}$, може да се разглежда като съчетание от, първо, носителя на лявото разширение, което само по себе си може да се разглежда като триъгълно размито число от L-тип – $S_{\tilde{a}_L} = \{x < a_1; \mu_{\tilde{a}} > 0; x \in \mathbb{R}\}$, второ, носителя на интервала от точни стойности – $S_{a_1-a_2} = \{a_1 \leq x \leq a_2; \mu_{\tilde{a}} > 0; x \in \mathbb{R}\}$, и трето, носителя на дясното

разширение, само по себе си триъгълно размито число от R-тип – $S\tilde{a}_R = \{x > a; \mu_{\tilde{a}} > 0; x \in R\}$.

Елементите на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равняваща се на единица, т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 1$, образуват ядрото на споменатия трапецовиден размит интервал.

Елементите на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, която се различава както от нула, така и от единица, т. е. $0 < \mu_{\tilde{a}}(x) < 1$, изгражат съдържанието на споменатия трапецовиден размит интервал.

Елементите на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна на 0.5, т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 0.5$, представляват точки на преход (от определеност към неопределеност) на споменатия трапецовиден размит интервал.

Елементите на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна или по-голяма от стойността α , т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) \geq \alpha$, се наричат неточни стойности от α -ниво.

Елементите на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна на стойността α , т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = \alpha$, образуват α -срез на споменатия размит интервал.

Елементите на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$, които имат степен на принадлежност, равна на 0.5, т.е. $\mu_{\tilde{a}}(x) = 0.5$, представляват точки на преход (от определеност към неопределеност) на споменатия размит интервал.

Лява граница на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$ се нарича онази стойност от множеството на реалните числа, в която за всяка достатъчно малка промяна $\delta > 0$ е в сила $\mu_{\tilde{a}} = 0; \mu(a - \delta) = 0; \mu(a + \delta) \neq 0$.

Дясна граница на носителя $S\tilde{a}$ на трапецовидния размит интервал $\tilde{a}$ се нарича онази стойност от множеството на реалните числа, в която за всяка достатъчно малка промяна $\delta > 0$ е изпълнено условието $\mu_{\tilde{a}} = 0; \mu(a + \delta) = 0; \mu(a - \delta) \neq 0$.

Функция на принадлежност на трапецовидния размит интервал. Изразява принадлежността на всяко число, елемент на носителя на трапецовидния размит интервал, към набор от точни стойности. Може да приема оценки между нула и единица (включително). Обединява функцията на принадлежност на лявото разширение,

представляващо само по себе си триъгълно размито число от L-тип – $\mu_{\tilde{a}_L}(x) = 1 - \frac{a - x}{a_L}$,

функцията на принадлежност на интервала от точни стойности $\mu_{\tilde{a}_1 - \tilde{a}_2}(x) = 1$ и функцията на принадлежност на дясното разширение, само по себе си триъгълно размито число от R-

тип – $\mu_{\tilde{a}_R}(x) = 1 - \frac{x - a}{a_R}$.

Носителят и функцията на принадлежност на трапецовидния размит интервал предлагат рамка за стойностно представяне на неопределеността на човешкото мислене. В нея се възпроизвежда експертността в интерпретирането на точните данни. Предполага се математическата обработка и моделирането на счетоводната информация в условия на непълна определеност.

За представяне на трапецовидните размити интервали може да се използват следващите способности:

- Аналитично представяне;
- Конструктивно представяне;
- Таблично представяне;
- Графично представяне.

Аналитично представяне. Представява формализирано описание на съвкупността от елементи и съответстващите им степени на принадлежност в състава на трапецовидния размит интервал. Реализира се чрез задаване на двете точни стойности a_1 и a_2 , както и на разширенията в ляво и в дясно – съответно a_L и a_R :

$$\tilde{a} = \{a_1, a_2, a_L, a_R\} \quad (2.3)$$

Конструктивно представяне. Това е описание чрез изчерпателно изброяване на всички двойки елемент-степен на принадлежност. С оглед на линейния характер на функцията на трапецовидния размит интервал конструктивното представяне може да бъде редуцирано до посочване на, първо, границите на интервала от елементи с пълна принадлежност – a_1 и a_2 , и второ, лявата (долната) и дясната (горната) граница – съответно $(a_1 - a_L)$ и $(a_2 + a_R)$:

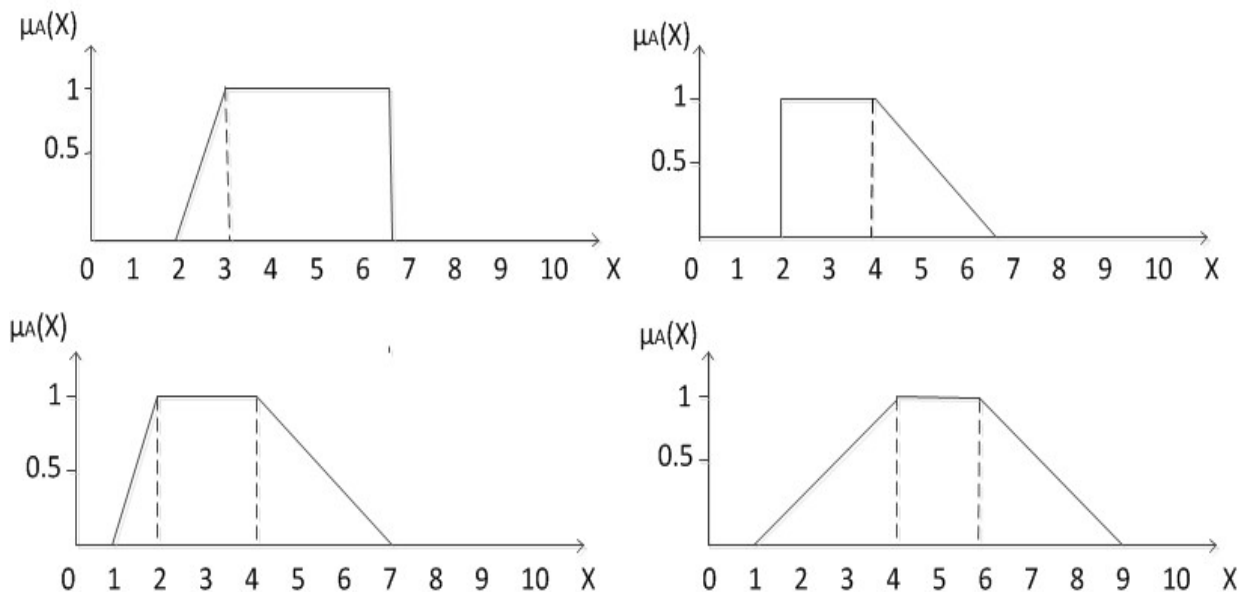
$$\tilde{a} = \{0/(a_1 - a_L); 1/a_1; 1/a_2; 0/(a_2 + a_R)\} \quad (2.4)$$

Таблично представяне. Състои се в записване в табличен вид на всички елементи и съответстващите им степени на принадлежност в състава на трапецовидния размит интервал. Поради линейността на функцията на принадлежност може успешно да бъде осъществено чрез посочване на четири двойки елемент-принадлежност – най-ниска и най-висока точна стойност, както и лява (долна) и дясна (граница) граница (Таблица 2.2).

Таблица 2.2

Лява (долна) граница	Точна стойност	Точна стойност	Дясна (горна) граница
$a_1 - a_L$	a_1	a_2	$a_2 + a_R$
$\mu_{\tilde{a}}(a_1 - a_L)$	$\mu_{\tilde{a}}(a_1)$	$\mu_{\tilde{a}}(a_2)$	$\mu_{\tilde{a}}(a_2 + a_R)$

Графично представяне. Визуализира множеството от точки, чиито координати в двумерното пространство задават всички двойки елемент-степен на принадлежност на трапецовидния размит интервал. Материализира се в крива, илюстрираща функцията на принадлежност (Фигура 2.4).



Фигура 2.4. Трапецовидни размити интервали с различна форма на функцията принадлежност

Ограничената практика по използването на трапецовидните размити интервали не позволява определяне на доминиращ начин за тяхното представяне.

В бизнес икономиката размитите величини и конкретно триъгълните размити числа и трапецовидните размити интервали предлагат интелигентни инструменти за финансово моделиране на различни характеристики на предприятието. В тяхното многообразие получава изява индивидуалността при интерпретирането на счетоводната информация. Отразява се неопределеността и високата динамика на промяната на факторите на заобикалящата среда. В резултат отсъствието на категоричност на експертното мнение провокира увеличаване на нарастването на разширенията в ляво и/или в дясно на счетоводните показатели. Генерира нарастване на неопределеността при оценяването на финансовото състояние, ефективността и/или паричната позиция като цяло.

3. Математически действия с размити величини

Математическите действия с размити величини основополагат финансовото моделиране в условия на неопределеност. Това са алгоритми на класическата математика, които се изпълняват с реални числа при задаване на интервал на достоверност. В практиката получават известност под името меки изчисления.

В настоящата студия математическите действия с размити величини се разработват с фокус върху аритметичната обработка на триъгълните размити числа и трапецовидните размити интервали (Ibragimov 2010: 25, Bahusova 2012: 45):

- Събиране;
- Изваждане;
- Умножение;
- Деление.

Събиране. Представява математическо действие, при което една размита величина се добавя към друга размита величина. При това точната/ите стойност/и и границите на първата размита величина се преместват напред в редицата на реалните числа с толкова позиции, колкото са съответно точната/ите стойност/и и разширенията на втората размита величина. Участващите в събирането размити величини се наричат събираеми, а тяхната сума – също размита величина – сбор. Събирането на размити величини се характеризира с комутативност и асоциативност.

Сборът на триъгълните размити числа $\tilde{a} = \{a; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b; b_L; b_R\}$ се изчислява като точната стойност и разширенията на първото триъгълно размито число се увеличат съответно с точната стойност и разширенията на второто триъгълно размито число по формулата:

$$\tilde{a} + \tilde{b} = \{a; a_L; a_R\} + \{b; b_L; b_R\} = \{a + b; a_L + b_L; a_R + b_R\} \quad (3.1)$$

Сборът на трапецовидните размити интервали $\tilde{a} = \{a_1; a_2; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b_1; b_2; b_L; b_R\}$ се определя като точните стойности и разширенията на първия трапецовиден размит интервал се увеличат съответно с точните стойности и разширенията на втория трапецовиден размит интервал по формулата:

$$\tilde{a} + \tilde{b} = \{a_1; a_2; a_L; a_R\} + \{b_1; b_2; b_L; b_R\} = \{a_1 + b_1; a_2 + b_2; a_L + b_L; a_R + b_R\} \quad (3.2)$$

Изваждане. Това е математическо действие, при което от една размита величина се изважда друга размита величина. Участващите в изваждането размити величини се наричат съответно умаляемо и умалител, а полученият резултат – разлика. В разглежданата операция точната/ите стойност/и и границите на първата размита величина се преместват назад в редицата на реалните числа с толкова позиции, колкото са съответно точната/ите стойност/и и разширенията на втората размита величина. Изваждането не притежава нито комутативност, нито асоциативност.

Изваждането на размити величини с цел улесняване на пресмятането може да се трансформира в събиране, като най-напред размитата величина, представляваща умалител, се превръща в своята обратна размита величина, а след това споменатата обратна размита величина се събира с размитата величина, умаляемо.

За намиране на разликата между триъгълните размити числа $\tilde{a} = \{a; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b; b_L; b_R\}$, триъгълното размито число $\tilde{b}$ се трансформира в обратното триъгълно размито число $-\tilde{b} = \{-b; b_R; b_L\}$; следва събиране на триъгълното размито число $\tilde{a}$ с обратното триъгълно размито число $-\tilde{b}$. Така математическото действие изваждане на практика се преобразува в събиране по формулата:

$$\tilde{a} - \tilde{b} = \tilde{a} + (-\tilde{b}) = \{a; a_L; a_R\} + \{-b; b_R; b_L\} = \{a - b; a_L + b_R; a_R + b_L\} \quad (3.3)$$

Разликата между трапецовидните размити интервали $\tilde{a} = \{a_1; a_2; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b_1; b_2; b_L; b_R\}$ се намира като, първо, трапецовидният размит интервал $\tilde{b}$ се преобразува в своя обратен трапецовиден размит интервал $-\tilde{b} = \{-b_2; -b_1; b_R; b_L\}$, и второ, трапецовидният размит интервал $\tilde{a}$ се събира с обратния трапецовиден размит интервал

$-\tilde{b}$. По този начин математическото действие изваждане се преобразува в събиране по формулата:

$$\tilde{a} - \tilde{b} = \tilde{a} + (-\tilde{b}) = \{a_1; a_2; a_L; a_R\} + \{-b_2; -b_1; b_R; b_L\} = \{a_1 - b_2; a_2 - b_1; a_L + b_R; a_R + b_L\} \quad (3.4)$$

Умножение. Може да се определи като повторяемо събиране на две или повече размити величини. При това точната/ите стойност/и и границите на първата размита величина се преместват в редицата на реалните числа напред/назад толкова пъти, колкото са съответно точната/те стойност/и и разширенията на втората размита величина. Първата участваща в умножението размита величина се нарича множимо, а втората – множител; резултатът – също размита величина – се нарича произведение. Умножението на размити величини се характеризира с комутативност и асоциативност, както и с дистрибутивност по отношение на събирането и на изваждането.

Произведението на триъгълните размити числа $\tilde{a} = \{a; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b; b_L; b_R\}$ се определя като точната стойност и разширенията на първото триъгълно размито число се умножат с точната стойност и разширенията на второто триъгълно размито число по формулата:

$$\begin{aligned} \tilde{a} \times \tilde{b} &= \{a; a_L; a_R\} \times \{b; b_L; b_R\} = \\ &= \{(a \times b); (a \times b_L) + (a_L \times b) - (a_L \times b_L); (a \times b_R) + (a_R \times b) + (a_R \times b_R)\} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Произведението на трапецовидните размити интервали $\tilde{a} = \{a_1; a_2; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b_1; b_2; b_L; b_R\}$ се намират като точната стойност и разширенията на първия трапецовиден размит интервал се умножат с точната стойност и разширенията на втория трапецовиден размит интервал по формулата:

$$\begin{aligned} \tilde{a} \times \tilde{b} &= \{a_1; a_2; a_L; a_R\} \times \{b_1; b_2; b_L; b_R\} = \\ &= \{(a_1 \times b_1); (a_2 \times b_2); (a_1 \times b_L) + (a_L \times b_1) - (a_L \times b_L); (a_2 \times b_R) + (a_R \times b_2) + (a_R \times b_R)\} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Деление. Може да се разглежда като математическо действие, което е обратно на действието умножение. Показва колко пъти дадена размита величина може да се нанесе в друга размита величина. Първата и втората размити величини се наричат съответно делимо и делител, а полученият резултат – също размита величина – частно. Математическото действие деление не притежава нито комутативност, нито асоциативност.

С цел улесняване на пресмятането делението на размити величини може да се превърне в умножение, като, първо, размитата величина, делител, се трансформира в своята реципрочна размита величина, а след това получената реципрочна размита величина се умножава с размитата величина, делимо.

Частното на триъгълните размити числа $\tilde{a} = \{a; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b; b_L; b_R\}$ се определя чрез трансформиране на триъгълното размито число $\tilde{b}$ в реципрочното триъгълно размито число $\tilde{b}^{-1} = \left\{ \frac{1}{b}; \frac{b_R}{b \times (b + b_R)}; \frac{b_L}{b \times (b - b_L)} \right\}$; следва умножаване на първото триъгълно размито число $\tilde{a}$ с триъгълното размито число $\tilde{b}^{-1}$ по формулата:

$$\begin{aligned}\tilde{a} : \tilde{b} &= \tilde{a} \times \tilde{b}^{-1} = \left\{ a; a_L; a_R \right\} \times \left\{ \frac{1}{b}; \frac{b_R}{b \times (b + b_R)}; \frac{b_L}{b \times (b - b_L)} \right\} = \\ &= \left\{ \frac{a}{b}; \frac{(a \times b_R) + (a_L \times b)}{b \times (b + b_R)}; \frac{(a_R \times b) + (a \times b_L)}{b \times (b - b_L)} \right\}\end{aligned}\quad (3.7)$$

Частното на трапецовидните размити интервали $\tilde{a} = \{a_1; a_2; a_L; a_R\}$ и $\tilde{b} = \{b_1; b_2; b_L; b_R\}$ се намира като най-напред трапецовидният размит интервал $\tilde{b}$ се преобразува в своя реципрочен трапецовиден размит интервал $\tilde{b}^{-1} = \left\{ \frac{1}{b_2}; \frac{1}{b_1}; \frac{b_R}{b_2 \times (b_2 + b_R)}; \frac{b_L}{b_1 \times (b_1 - b_L)} \right\}$, а след това трапецовидният размит интервал $\tilde{a}$ се умножава с трапецовидния размит интервал $\tilde{b}^{-1}$ по формулата:

$$\begin{aligned}\tilde{a} : \tilde{b} &= \tilde{a} \times \tilde{b}^{-1} = \left\{ a; a_R; a_L \right\} \times \left\{ \frac{1}{b_2}; \frac{1}{b_1}; \frac{b_R}{b_2 \times (b_2 + b_R)}; \frac{b_L}{b_1 \times (b_1 - b_L)} \right\} = \\ &= \left\{ \frac{a_1}{b_2}; \frac{a_2}{b_1}; \frac{(a_1 \times b_R) + (a_L \times b_2)}{b_2 \times (b_2 + b_R)}; \frac{(a_R \times b_1) + (a_2 \times b_L)}{b_1 \times (b_1 - b_L)} \right\}\end{aligned}\quad (3.8)$$

Математическите действия с размити величини предоставят база от алгоритми за обработка на неточни стойности,. Те разширяват възможностите на конвенционалната математика в условия на непълна определеност. Във финансовото моделиране служат за обработка и възпроизвеждане на връзки между приблизителни оценки от различен порядък. При това се постига преодоляване на липсата на точно оценяване на факторите с влияние върху финансовото състояние, ефективността и паричното представяне на предприятието. Създават се условия за усъвършенстване на системността на анализа и управлението в бизнеса като цяло.

4. Размити модели за оценка на предприятието (по примера на Размит модел „Ликвидност“)

Размитите модели за оценка в бизнеса предлагат рамки за измерване и вземане на решения в условия на неопределеност. Това са комплекси от счетоводни показатели, които се изграждат с конкретна цел и функционират върху базата на размитите множества, размитата величини и размитата математика. Интегрират точността и еднозначността, присъщи на счетоводната информация, със субективността и индивидуалността на човешкото мислене. От позицията на системното инженерство може да се квалифицират като сложни системи – големи системи или системи от системи (Kirov 2015: 8-12).

4.1. Концептуална рамка

Идеята за разработване на модели, базирани на теорията на размитите множества и свързаната с нея размита логика и размита математика датира от началото на 70-те години на XX век. Тя реализира усилията за изследване на обекти и зависимости, неподлежащи на точно стойностно представяне. Развива се в контекста на философския преход от класическото двузначно съждение към съвременната тризначна логика (Stefanov 2004,

Tabakov 2008); отразява също интегрирането на логическия предмет и формите на мисленето, поставило началото на формалната логика (Stefanov 2004: 11), както и схващания за степенуването на истинността и предложенията за формално експлициране на неопределени понятия (Morgan 2008). В по-ново време идеята за изграждане на модели с използване на размити множества, размита логика и размита математика, изразява тенденцията “да се върви от познаване върху основата на общото в твърди, еднозначни рамки от условия..., към познаване пак върху основата на общото, инвариантното, но в релативизираната рамка от условия..., определяща и необходимостта от включването на случайността и вероятността в групата от използваните познавателни регулативи” (Slavova-Sokolova 1997: 47).

В практиката внедряването на модели, функциониращи въз основа на размита логика и размита математика, се поставя в последните десетилетия на миналия XX век във военни проекти в Япония и САЩ. Малко по-късно индустриални гиганти като Motorola, General Electric, Otis Elevator, Pacific Gas & Electric, Ford, IBM инвестират в създаването на изделия с размито управление. Следва много бързото им разпространение също в медицинската диагностика, психологията и мениджмънта. Като примери за успешни модели, базирани на размита логика и размита математика, може да бъдат посочени Chizuko Yasuobu – разработен от Fuji Bank и предназначен за оценка на пазара на ценни книжа, NHS (National Health Service) – с приложение в здравеопазването и социалното осигуряване в Англия, множество компютърни модели за управление на бази данни (Fuzzy Relational Data Bases). В България разглежданите модели остават слабо разпространени до края на XX век, а понастоящем се използват предимно в програмни продукти с предназначение за управление на кризи, анализиране на политическата обстановка, изследвания на финансовите пазари.

В бизнес икономиката моделите, изградени на база на теорията на размитите множества, размитата логика и размитата математика, разширяват възможностите на микроикономическото изследване в насока интелигентност. Те предоставят иновативни рамки с разнообразие от функционалности за обработване на счетоводна и експертна информация. Съчетават знанията за предприятието с математически алгоритми в среда на неопределеност. При това се постига възпроизвеждане и полезен контрол върху неопределеността във факторните влияния върху характеристиките на финансовото състояние, ефективността и/или паричното представяне. Подпомагат се вземането на управленски решения при съобразяване с онези обекти, чиято стойност „не се поддава на обективна оценка, или оценка от типа {да, не}, но допуска субективна интерпретация от по-общ характер” (Vasileva 2008: 21).

В настоящата студия с демонстрационна цел се проектира, реализира и тества Размит модел „Ликвидност“. Това е система от счетоводни показатели и експертни мнения, които се моделират и обработват върху теоретико-методологичната база на размитите величини, размитата математика и размитата логика. Подпомага вземането на решения, като предлага многокритериално оценяване и анализ на различни страни на ликвидността на предприятието. Така хипотетичните и реалните оценки на краткотрайните активи и краткосрочните пасиви се обработват с инструменти с възможности за намиране на точни резултати в среда на неопределеност. Въпроизвежда се субективното мнение относно

ефектите, които бързообращаемата полезност и високоизискуемата стойност оказват върху риска от неплатежоспособност в бизнеса.

Концептуалната рамка на Размит модел „Ликвидност“ възплъщава разпространеното схващане, че оперативната дейност на предприятието се състои в трансформиране на материали в готови продукти, които от своя страна се реализират на купувачите (и преобразуват във вземания), а паричните средства от продажбите постъпват в касата и/или разплащателната сметка. Заедно с това се извършва изплащане на междувременно възникналите задължения към кредиторите, доставчиците, персонала и държавата. Като цяло, полезността от материалите преминава в наличните пари, а дължимата на външни и вътрешни лица стойност – се възстановява. В тази връзка автори най-общо обясняват ликвидността като „способността на част от актива или пасиви на фирмата да се обърне бързо в пари“ (Nikolov 1996: 47). Тя характеризира реализуемостта и големината на материалните запаси, вземанията, краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства, които се намират към даден момент под контрола на мениджмънта на предприятието. Количествено „се изразява чрез сумата на текущите обръщаеми активи – налични и в кратко време реализуеми“ (Mihailov, Gergova 2003: 335-336). Ликвидността обуславя потенциала за запазване на ритмичността и непрекъснатостта на операциите. Обуславя успеха на деловото функциониране и съществуването на бизнеса.

Други автори интерпретират ликвидността в много тясна връзка с платежоспособността и посочват, че това „е една от най-важните характеристики на финансовото състояние на предприятието в краткосрочна перспектива“ (Kasarova 2013: 56). Ликвидността изразява способността за навременно изплащане на текущите задължения при настъпването на тяхната изискуемост. Показва обезпечеността на краткосрочните дългове с парични средства и други ресурси с оперативна реализуемост. Ликвидността разкрива способността на предприятието да покрива краткосрочните си задължения с разполагаемите краткотрайни активи. (Chukov, Ivanova 2014: 307, Ivanova 2015: 134, Dimitrov, Andreev 2017: 107) Представява фактор на платежоспособността и предлага буфер при нарушаване на ритмичността на операциите, когато моментът на получаване на паричните приходи не съвпада с времето на изплащане на паричните разходи. В специализираната литература се защитава тезата, че „степената на ликвидност показва какво е равнището на платежоспособност на стопанската единица“ (Mihailov, Gergova 2003: 335-336).

В Размит модел „Ликвидност“ едноименното понятие се третира в контекста на вече посочените схващания за близостта на ликвидността с платежоспособността. Смята се, че тя изразява потенциала за своевременно изплащане на паричните задължения в краткосрочен времеви хоризонт. Показва осигуреността за изпълняване на текущите вземания на кредиторите, доставчиците, персонала и държавата. Ликвидността разкрива покритието, което обемът и качеството на оперативната полезност създават над дължимата в кратък период стойност. Като приоритизира измеренията на текущото функциониране, характеризира баланса между краткотрайните активи (или отделни техни компоненти) и краткосрочните пасиви.

Концептуалната рамка на Размит модел „Ликвидност“ подлежи на оценяване със следващите показатели:

- Коефициент на обща ликвидност;

- Коефициент на бърза ликвидност;
- Коефициент на незабавна ликвидност;
- Коефициент на абсолютна ликвидност.

Коефициент на обща ликвидност. Нарича се още Текущ коефициент (Uolsh 2008: 128) и създава обобщена оценка на ликвидността на предприятието. За него автори посочват, че „този показател е един от най-рано формулираните и се смята за универсален“ (Trifonov et al. 1999: 127). Измерва степента, в която стойността на краткотрайните активи покрива сумата на текущите задължения. Коефициентът на обща ликвидност (КОЛ) се изчислява чрез деление на общата стойност на материалните запаси (МЗ), вземанията (В), краткосрочните финансови инвестиции (КФИ) и паричните средства (ПС), и сумата на краткосрочните пасиви (КП):

$$\text{КОЛ} = \frac{\text{МЗ} + \text{В} + \text{КФИ} + \text{ПС}}{\text{КП}} \quad (4.1)$$

Коефициентът на обща ликвидност е предпочитан измерител от финансиращите институции. Неговите оптимални стойности варират в широкия интервал между 1.00 и 2.50/3.00 с уточнението, че експертната му интерпретация е силно зависима от отрасловата принадлежност на самото предприятие. На фона на споменатото всички оценки, които превишават единица, се смятат за израз на ограничена платежоспособност и недостатъчно пълна гаранция на плащанията към доставчиците, кредиторите, персонала и държавата; оценките, по-големи от 2.50/3.00, изразяват висока платежоспособност, но и неефективно използване на финансирането. Последното означава, че предприятието разполага с излишък от материални запаси (неизползваеми материали, труднопродаваема продукция), има голям размер вземания и/или като цяло реализира консервативно управление (Kasarova 2013: 164); означава също, че „е възможно предприятието да има покритие на задълженията и да не може да посрещне своите плащания“ (Mihailov, Gergova 2003: 337).

Коефициент на бърза ликвидност. Известен е също под името Бърз коефициент (Uolsh 2008: 130-131) и представлява сравнително тесен измерител на ликвидността на предприятието. Фокусира се върху краткотрайните активи с бърза реализуемост. Авторы посочват за него, че „дефинира степента, в която по-ликвидната част от краткотрайните активи покрива краткосрочните задължения на предприятието“ (Kasarova 2013: 164). Като не взема предвид стойността на материалните запаси, Коефициентът на бърза ликвидност (КБЛ) оценява степента на покритие на краткосрочните пасиви (КП) с вземания (В), краткосрочни финансови инвестиции (КФИ) и парични средства (ПС):

$$\text{КБЛ} = \frac{\text{В} + \text{КФИ} + \text{ПС}}{\text{КП}} \quad (4.2)$$

Коефициентът на бърза ликвидност се намира в много силна зависимост от характера на оперативната дейност на предприятието. В специализираната литература по отношение на неговия оптимум се посочва, че „предприятието трябва с текущите си вземания, текущите финансови активи и парични средства поне един път да покрие текущите си пасиви“ (Kasarova 2013: 166) Според други автори оптималността на Коефициента на бърза ликвидност се намира в по-ниския диапазон от 0.50 до 1.00 (Dimitrov, Andreev 2017: 109), а според трети – в широкия интервал между 0.50 и 1.50 (Todorov 2014: 222).

Коефициент на незабавна ликвидност. Това е измерител на ликвидността на предприятието с фокус върху покритието на краткосрочните задължения с търгуемите ценни книжа, парите в брой и парите по безсрочни депозити. „Чрез него се характеризира способността на предприятието да поеме първоразредните задължения с наличните финансови активи.“ (Mihailov, Gergova 2003: 337). Коефициентът на незабавна ликвидност (КНЛ) се определя като частно между сумата на краткосрочните финансови инвестиции (КФИ) и паричните средства (ПС), и сумата на краткосрочните пасиви (КП):

$$\text{КНЛ} = \frac{\text{КФИ} + \text{ПС}}{\text{КП}} \quad (4.3)$$

Коефициентът на незабавна ликвидност не е разпространен измерител в бизнес икономиката. Неговите оптимални оценки се намират в интервала $0.50 \div 0.70$ (Kasarova 2013: 166, Dimitrov, Andreev 2017: 110). Стойностите под споменатия диапазон показват занижена платежоспособност, а тези над – излишно презапасяване и пропускане на реализирането на доходи. С оглед на силно ограничения интерес в нашата страна към краткосрочните финансови инвестиции, като високоликвидна и сравнително нискорискова възможност за инвестиране, обичайно числителят на горепосочената формула се доминира от паричните средства.

Коефициент на абсолютна ликвидност. Представява много тесен измерител на ликвидността на предприятието. Той показва възможността за моментално изплащане на всички задължения, които се дължат в кратък период на доставчиците, кредиторите, персонала и държавата (Kasarova 2013: 166). Разкрива обезпечеността с пари в брой и пари в безсрочни депозити през призмата на големината на краткосрочните задължения. Коефициентът на абсолютна ликвидност (КАЛ) се определя чрез деление на сумата на паричните средства (ПС) и сумата на краткосрочните пасиви (КП):

$$\text{КАЛ} = \frac{\text{ПС}}{\text{КП}} \quad (4.4)$$

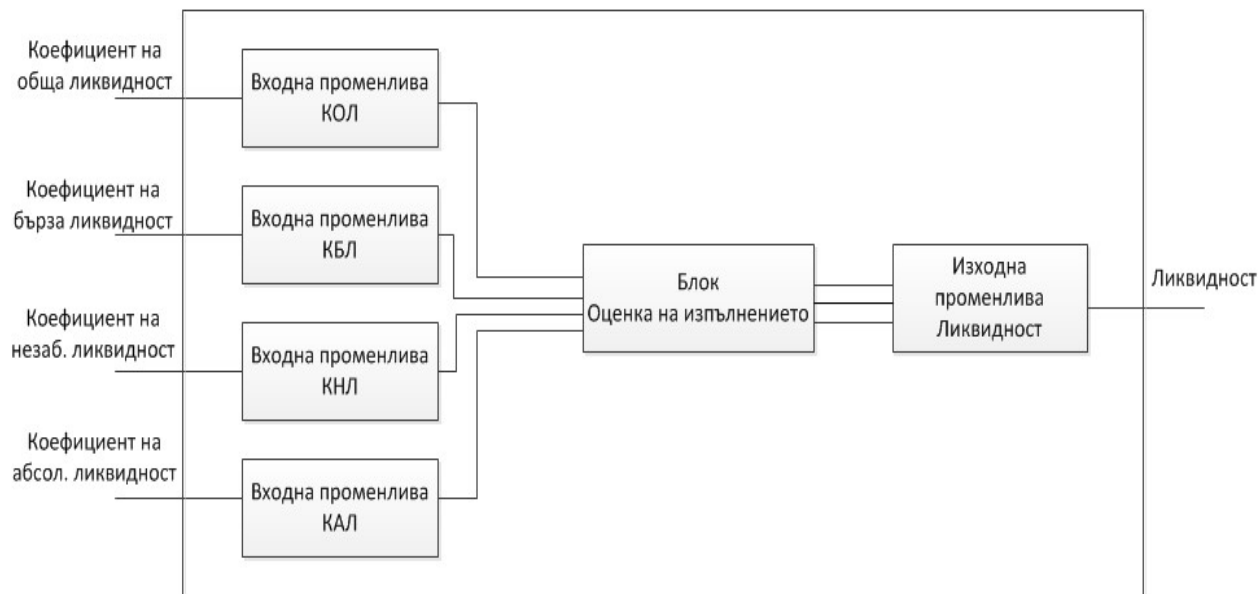
За Коефициента на абсолютна ликвидност в западната литература не се посочват оптимални стойности. Български автори препоръчват като подходящи стойностите в диапазона $0.20 \div 0.25$ (Kasarova 2013: 166); допуска се също либерализиране на оптималността в посока нагоре до 0.50 (Ivanova 2015: 147). В практиката с цел повишаване на познавателната стойност на разглеждания коефициент се препоръчва структуриране на краткосрочните пасиви на база на тяхната изискуемост към различни моменти, последвано от съпоставяне с разполагаемите парични средства към вече посочените моменти.

Коефициентите на ликвидност представят различни страни на осигуреността с краткотрайните активи през призмата на големината на краткосрочните задължения. Те характеризират съответствието между полезността с текуща реализация и стойността с текуща изискуемост. Разкриват платежоспособността в краткосрочен хоризонт. Коефициентите на ликвидност и – като цяло – концептуалната рамка на Размит модел „Ликвидност“ в условия на неопределеност може да бъдат изследвани с инструментариума на размитите технологии – размитите множества, размитата математика и размитата логика.

4.2. Принципна схема

Принципната схема на всеки размит модел предлага графично описание на структура от показатели и връзки за оценка на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне или друга страна на предприятието. В нея се представя организацията на моделирането на експертното мнение и обработката на данни за реалното изпълнение. Разкрива се средата за импликации на размитите множества в икономико-математическото моделиране на конкретен проблем.

Принципната схема на Размит модел „Ликвидност“ се изгражда от следните елементи: Входни променливи, Блок Оценка на изпълнението и Изходна променлива (Фигура 4.1).



Фигура 4.1. Принципна схема на Размит модел „Ликвидност“

4.2.1. Входни променливи

Входните променливи са показатели за експертните мнения и реалните стойности на характеристики на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне или друга страна на предприятието. Те възпроизвеждат връзки с еднозначно следване между предпоставките и резултата. Подлежат на точно и еднозначно оценяване по известна формула. Броят и съставът на входните променливи представляват функция на задачите на всяко конкретното изследване. Моделират се с размити величини – размити числа и/или размити интервали.

В Размит модел „Ликвидност“ входните променливи показват експертните мнения и реалните счетоводни оценки на четири характеристики на ликвидността на предприятието:

- Входна променлива Коефициент на обща ликвидност;
- Входна променлива Коефициент на бърза ликвидност;
- Входна променлива Коефициент на незабавна ликвидност;
- Входна променлива Коефициент на абсолютна ликвидност.

Входна променлива Коефициент на обща ликвидност (Входна променлива КОЛ). Показва експертните мнения и фактическите стойности на едноименната характеристика на

ликвидността на предприятието. Разкрива хипотетичната и реалната обезпеченост на краткосрочните задължения с краткотрайни активи. Изчислява се по Формула 4.1. За Входна променлива КОЛ в настоящата студия се разработват три хипотези.

Хипотеза 1. Входна променлива КОЛ се оценява в интервала от 0 до 1, като с изключение на стойностите в долната половина – между 0.5 и единица, които имат пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, останалите стойности се характеризират с непълна, линейно намаляваща принадлежност.

В предприятието краткотрайните активи създават много ниско покритие на краткосрочните задължения. Съществуват изключително малки обеми от текущи ресурси с оглед на големината на текущо изискуемите задължения. Налице е прекалено висока краткосрочна задължнялост, чието изпълняване не може да бъде осигурено от бързореализуемото имущество. Полезността, въплътена в материални запаси, вземания, краткосрочни финансови инвестиции и парични средства, е силно недостатъчна и генерира огромен риск за настъпване на неплатежоспособност. Хипотеза 1. На Входна променлива КОЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от R-тип, чиито точни стойности възлизат на 0 и 0.5, а границата – на 1 ($\text{КОЛ}_{\text{Хипотеза 1}} = \{0; 0.5; 0; 0.5\}$).

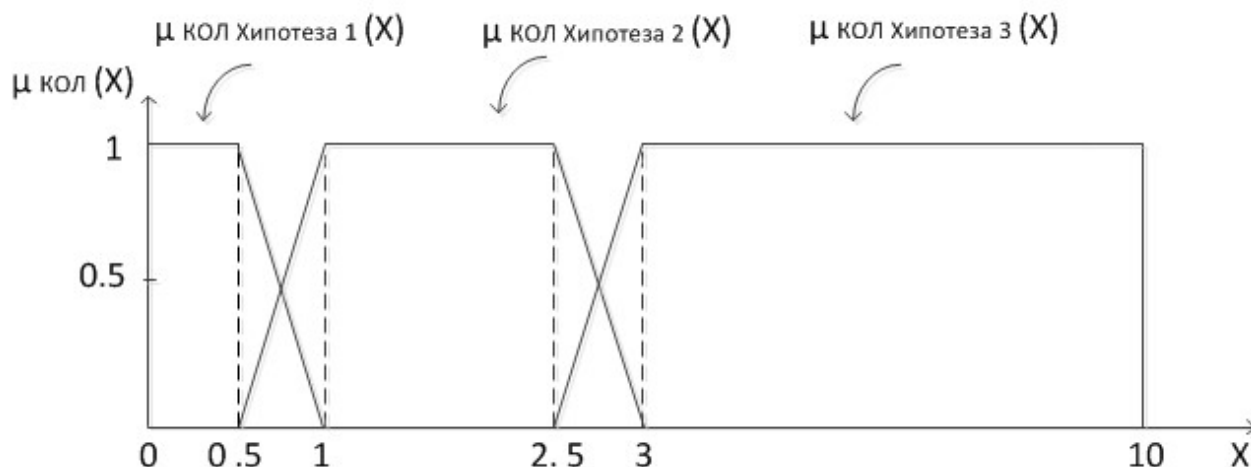
Хипотеза 2. Входна променлива КОЛ се оценява в широкия интервал между 0.5 и 3, като с изключение на диапазона от 1 до 2.5, който има пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, всички останали стойности се характеризират с непълна, линейно нарастваща ($0.5 \div 1$) или линейно намаляваща ($2.5 \div 3$) принадлежност.

В предприятието съществува рационален баланс между краткотрайните активи и краткосрочните задължения. Материалните запаси, вземанията, краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства създават необходимата сигурност у кредиторите. Рискът за настъпване на неплатежоспособност в краткосрочен период е минимизиран. Същевременно не се допуска загуба на финансови ползи поради презапасяване с ресурси. Хипотеза 2. На Входна променлива КОЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от LR-тип, на който точните стойности възлизат на 1 и 2.5, а лявата и дясната граница съответно на 0.5 и 3 ($\text{КОЛ}_{\text{Хипотеза 2}} = \{1; 2.5; 0.5; 0.5\}$).

Хипотеза 3. Входна променлива КОЛ приема стойности в диапазона от 2.5 до 10, като оценките в интервала между 3 и 10 се характеризират с пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, а тези в $2.5 \div 10$ – с линейно нарастваща.

В предприятието съществува прекалено голямо покритие на краткосрочните задължения с материални запаси, вземания, финансови инвестиции и/или парични средства. Налице е много силно обезпечение на стойността, изискуема в кратък период, с текущо реализуема полезност. Реализира се прекалено активен стремеж за минимизиране на риска от неплатежоспособност, което се отразява в редуциране на ефективността. Хипотеза 3. На Входна променлива КОЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от L-тип с точни стойности 3 и 10 и граница – 2.5 ($\text{КОЛ}_{\text{Хипотеза 3}} = \{3; 10; 0.5; 0\}$).

На Фигура 4.2 са показани трите трапецовидни размити интервали, модели на Хипотези 1 ÷ 3 на Входна променлива КОЛ. (Под фигурата са показани аналитичните описания на съответните размити величини.)



$$\mu_{\text{КОЛ Хипотеза 1}}(x) = \begin{cases} 1/0 < x \leq 0.5 \\ -2x + 2/0.5 < x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{КОЛ Хипотеза 2}}(x) = \begin{cases} 2x - 1/0.5 < x < 1 \\ 1/1 \leq x \leq 2.5 \\ -2x + 6/2.5 < x < 3 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{КОЛ Хипотеза 3}}(x) = \begin{cases} 2x - 5/2.5 < x < 3 \\ 1/3 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Фигура 4.2. Входна променлива Коефициент на обща ликвидност

Входна променлива Коефициент на бърза ликвидност. (Входна променлива КБЛ).

Служи за оценяване на очакванията и реалните стойности на ликвидността, редуцирана с ефекта на бавнообращаемите компоненти на краткотрайните активи – запаси от материали, незавършено производство, продукция и стоки. Измерва покритието на краткосрочните задължения с вземания, краткосрочни финансови инвестиции и парични средства по Формула 4.2. В настоящата студия в съответствие с нееднозначността на мненията за оптималността на Коефициента на бърза ликвидност се дефинират три хипотези за едноименната входна променлива.

Хипотеза 1. Входна променлива КБЛ се оценява между 0 и единица, като с изключение на долната половина на разглеждания интервал, притежаващ пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, стойностите от 0.5 до 1 се характеризират с непълна, линейно намаляваща принадлежност.

В предприятието вземанията, краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства създават много ниско покритие на краткосрочните задължения. Мениджмънтът разполага с изключително малки обеми от бързообращаеми текущи активи, които с оглед на големината на текущите задължения генерират несигурност у кредиторите. При евентуално нарушаване на ритмичността на входящите парични потоци, генерирани в операциите, може лесно да възникне неплатежоспособност. Налице е значителен риск за финансовото състояние като цяло. Хипотеза 1. На Входната променлива КБЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от R-тип, чиито точни стойности възлизат на 0 и 0.5, а границата – на 1 (КБЛ_{Хипотеза 1} = {0; 0.5; 0; 0.5}).

Хипотеза 2. Входна променлива КБЛ приема стойности в интервал между 0.5 и 1.5, като с изключение на стойността 1, която има пълна принадлежност към разглежданата

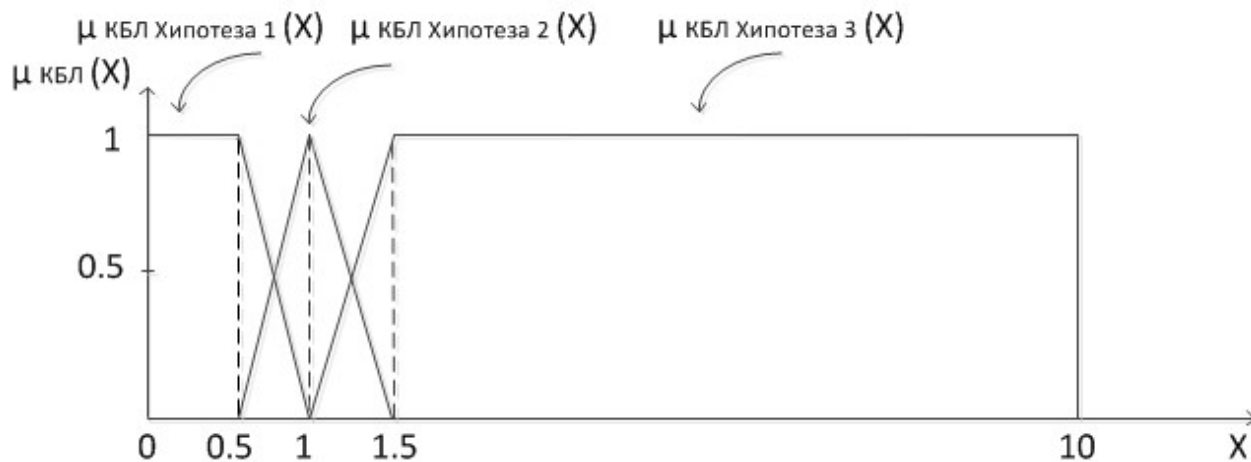
хипотеза, всички останали стойности се характеризират с непълна, линейно нарастваща ($0.5 \div 1$) или линейно намаляваща ($1 \div 1.5$) принадлежност.

В предприятието съществува умереност между сумата на вземанията, краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства, от една страна, и величината на краткосрочните задължения, от друга. Стойността, инвестирана в бързообращаеми краткотрайни активи, покрива в оптимална степен паричните дългове към кредиторите (доставчиците, персонала, държавата). Рискът от неплатежеспособност в краткосрочен период е минимизиран. Хипотеза 2. На Входна променлива КБЛ се моделира с триъгълно размито число от LR-тип, чиято точна стойност възлиза на 1, а лявата и дясната граница съответно на 0.5 и 1.5 (КБЛ_{Хипотеза 2} = {1; 0.5; 0.5}).

Хипотеза 3. Входна променлива КБЛ се оценява в широкия интервал между 1 и 10, като с изключение на диапазона $1 \div 1.5$, който се характеризира с линейно нарастваща принадлежност към разглежданата хипотеза, всички други стойности (от 1.5 до 10 (включително)) се характеризират с категорична, пълна принадлежност.

В предприятието бързообращаемите компоненти на краткотрайните активи създават прекалено голямо покритие на краткосрочните задължения. Полезността, съдържаща се във вземанията, краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства, надвишава нерационално изискуемата в кратък период стойност. Реализира се силно консервативно управление на риска от неплатежеспособност. Хипотеза 3. На Входна променлива КБЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от L-тип с точни стойности 1.5 и 10 и граница – 1 (КБЛ_{Хипотеза 3} = {1.5; 10; 0.5; 0}).

На Фигура 4.3 са показани размитите величини, които моделират Хипотези 1 ÷ 3 на Входна променлива КБЛ. (Под фигурата са показани аналитичните описания на съответните размити числа и размити интервали.)



$$\mu_{\text{КБЛ Хипотеза 1}}(x) = \begin{cases} 1/0 < x \leq 0.5 \\ -2x + 2/0.5 < x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{КБЛ Хипотеза 2}}(x) = \begin{cases} 2x - 1/0.5 < x \leq 1 \\ -2x + 3/1 < x \leq 1.5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{КБЛ Хипотеза 3}}(x) = \begin{cases} 2x - 2/1 < x < 1.5 \\ 1/1.5 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Фигура 4.3. Входна променлива Коефициент на бърза ликвидност

Входна променлива Коефициент на незабавна ликвидност (Входна променлива КНЛ). Показва сценарийно планираните и реалните стойности на Коефициента на незабавна ликвидност на предприятието. Оценява ликвидността въз основа на очакваната и фактическата оценка на съотношението между сумата на краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства, от една страна, и обема на краткосрочните задължения, от друга. Изчислява се по Формула 4.3. В размития модел „Ликвидност“ за Входна променлива КНЛ се разработват три хипотези.

Хипотеза 1. Входна променлива КНЛ се оценява между 0 и 0.5, като с изключение на лявата граница, която има категорична принадлежност към разглежданата хипотеза, всички останали стойности имат непълна, линейно намаляваща принадлежност.

В предприятието финансовите и паричните компоненти на краткотрайните активи не създават покритие на краткосрочните задължения. Съществува изключително малко полезност, възплътена в търгуеми ценни книжа, пари в брой и пари по безсрочни депозити, с оглед на сумата на пасивите с висока изискуемост. Налице е много висок риск от краткосрочна неплатежоспособност. Хипотеза 1. На Входна променлива КНЛ се моделира с триъгълно размито число от R-тип, чиято точна стойност възлиза на 0, а границата – на 0.5 ($\text{КНЛ}_{\text{Хипотеза 1}} = \{0; 0; 0.5\}$).

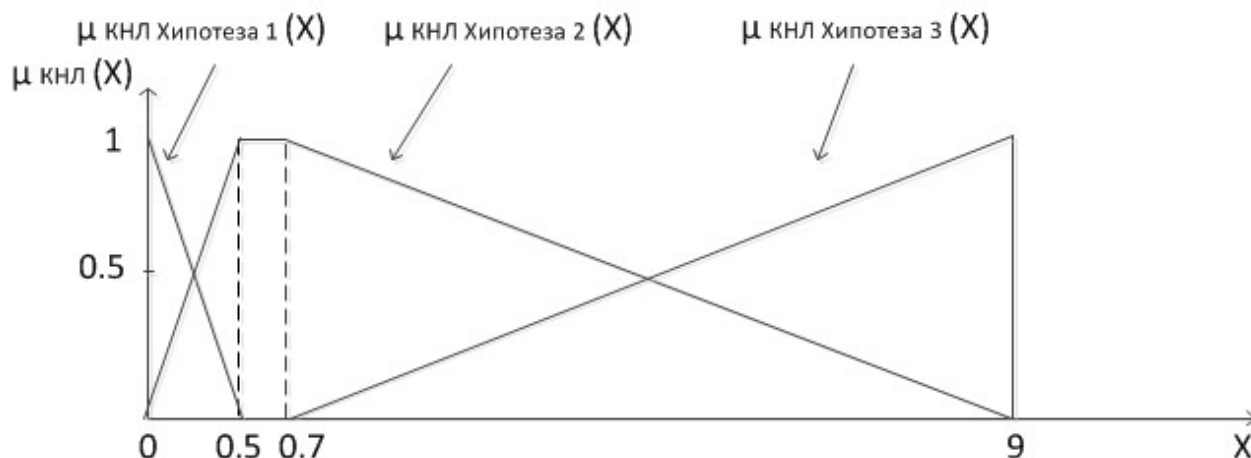
Хипотеза 2. Входна променлива КНЛ приема оценки в много широкия интервал от 0 до 9, като с изключение на малкото стойности между 0.5 и 0.7, които имат пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, всички други стойности – $(0 \div 0.5)$ и $(0.7 \div 9)$ притежават непълна, съответно линейно нарастваща и линейно намаляваща принадлежност.

В предприятието е създаден оптимален баланс между високоликвидните компоненти на краткотрайните активи и краткосрочните задължения. Разполагаемите краткосрочни финансови инвестиции и парични средства генерират голяма сигурност у кредиторите. Рискът за платежоспособността е минимизиран, без същевременно да има предпоставки за спад на ефективността. Хипотеза 2. На Входна променлива КНЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от LR-тип, чиито точни стойности възлизат на 0.5 и 0.7, а лявата и дясната граница – съответно на 0 и 9 ($\text{КНЛ}_{\text{Хипотеза 2}} = \{0.5; 0.7; 0.5; 9\}$).

Хипотеза 3. Входна променлива КНЛ се оценява в широкия интервал $0.7 \div 9$, като с изключение на точната стойност 9, всички останали имат непълна, линейно нарастваща принадлежност.

В предприятието високоликвидните компоненти на краткотрайните активи – краткосрочни финансови инвестиции и парични средства, създават прекомерно покритие на краткосрочните дългове. Налице е преосигуряване на кредиторите (доставчиците, персонала, държавата), а това в хипотеза „действащо предприятие“ води до пропускане на финансови ползи. В управлението на риска от неплатежоспособност се реализира краен консерватизъм. Хипотеза 3. На Входна променлива КНЛ се моделира с триъгълно размито число от L-тип с точна стойност 9 и граница – 0.7 ($\text{КНЛ}_{\text{Хипотеза 3}} = \{9; 0.7; 9\}$).

На Фигура 4.4 са показани размитите величини, които моделират Хипотези 1 ÷ 3 на Входна променлива КНЛ. (Под фигурата се представени аналитичните описания на съответните размити числа и размити интервали.)



$$\mu_{\text{КНЛ Хипотеза 1}}(x) = \{-2x + 1/0 < x \leq 0.5\}$$

$$\mu_{\text{КНЛ Хипотеза 2}}(x) = \begin{cases} 2x/0 < x < 0.5 \\ 1/0.5 \leq x \leq 0.7 \\ -0.12x + 1.08/0.7 < x \leq 9 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{КНЛ Хипотеза 3}}(x) = \{0.12x - 0.08/0.7 < x \leq 9\}$$

Фигура 4.4. Входна променлива Коефициент на незабавна ликвидност

Входна променлива Коефициент на абсолютна ликвидност (Входна променлива КАЛ). Въплъщава теоретичната постановка на Коефициента на абсолютна ликвидност и показва експертните и реалните стойности на едноименната характеристика на ликвидността на предприятието. Създава много тясна представа за очакванията и тяхното събъждане по отношение на обезпечеността на краткосрочните пасиви с пари в брой и пари по безсрочни депозити. Определя се по Формула 4.4. В настоящата студия за Входната променлива Коефициент на абсолютна ликвидност се дефинират три хипотези.

Хипотеза 1. Входна променлива КАЛ се оценява между 0 и 0.2, като с изключение на лявата граница, която има пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, останалите стойности се характеризират с непълна, линейно намаляваща принадлежност.

В предприятието липсва необходимото покритие на краткосрочните задължения с парични средства. Парите в брой и парите по безсрочни депозити са крайно недостатъчни с оглед на величината на дълговете с текуща изискуемост. Възможността за моментално изплащане на паричните ангажменти към кредиторите, доставчиците, персонала и държавата е силно ограничена. Хипотеза 1. На Входна променлива КАЛ се моделира с триъгълно размито число от R-тип, чиято точна стойност възлиза на 0, а границата – на 0.20 (КАЛ_{Хипотеза 1} = {0; 0; 0.2}).

Хипотеза 2. Входна променлива КАЛ се оценява между 0 и 0.5, като с изключение на интервала 0.2 ÷ 0.5, където има пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, всички други оценки се характеризират с непълна, линейно нарастваща (0 ÷ 0.2) и линейно намаляваща (0.25 ÷ 0.5) принадлежност.

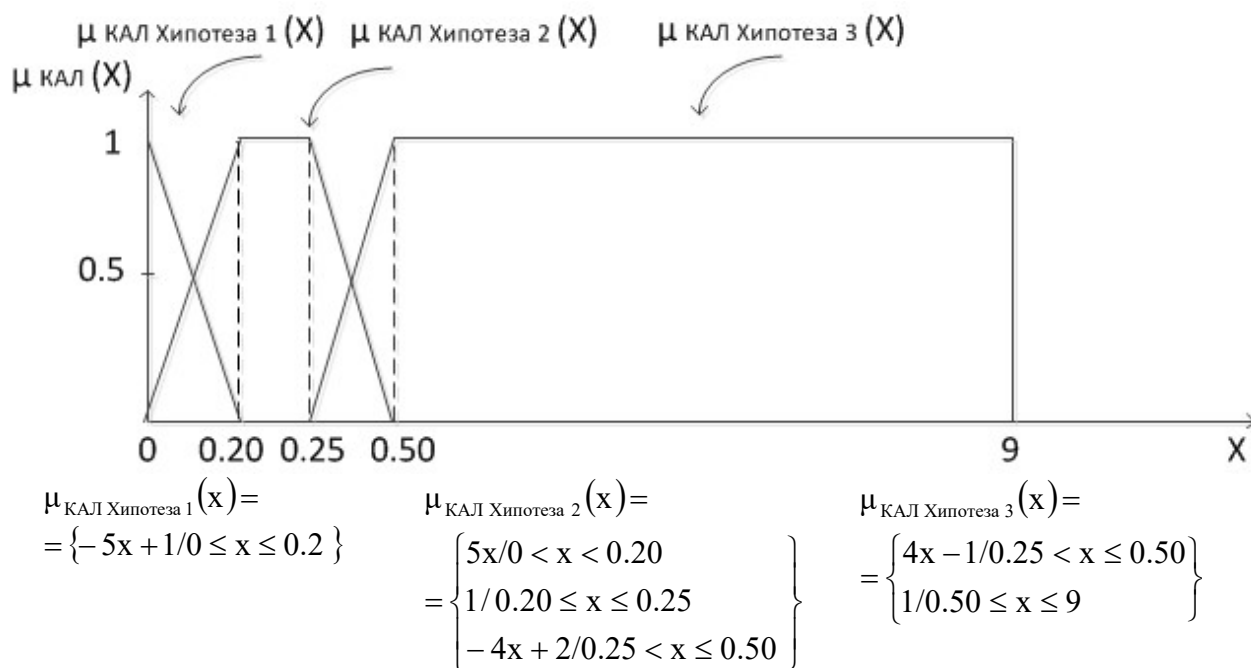
В предприятието е постигнат умерен баланс между обема на паричните средства и сумата, дължима в краткосрочен период. Идеално разменната стойност създава оптимална гаранция за възможността за мигновено и лесно погасяване на паричните вземания на

кредиторите, доставчиците, персонала и държавата. Рискът от неплатежоспособност е минимизиран. Хипотеза 2. На Входна променлива КАЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от LR-тип, чиито точни стойности се оценяват на 0.20 и 0.25, лявата граница – на 0, а дясната – на 0.50 (КАЛ_{Хипотеза 2} = {0.20; 0.25; 0.20; 0.25}).

Хипотеза 3. Входна променлива КАЛ приема стойности в широкия интервал между 0.25 и 9, като с изключение на диапазона 0.25 ÷ 0.50, който се характеризира с линейно нарастваща принадлежност към споменатата хипотеза, в останалата част притежава категорична, пълна принадлежност.

В предприятието съществува излишък от абсолютно ликвидни краткотрайни активи – пари в брой и пари по безсрочни депозити, които изграждат нерационално голямо покритие на краткосрочните задължения. Реализира се крайно консервативно и неефективно управление на риска от неплатежоспособност. Хипотеза 3. На Входна променлива КАЛ се моделира с трапецовиден размит интервал от L-тип с точни стойности 0.50 и 9 и граница – 0.25 (КАЛ_{Хипотеза 3} = {0.5; 9; 0.25; 0}).

На Фигура 4.5 са показани размитите числа и размити интервали, които моделират Хипотези 1 ÷ 3 на Входна променлива КАЛ. (Под фигурата се представени аналитичните описания на съответните размити величини.)



Фигура 4.5. Входна променлива Коефициент на абсолютна ликвидност

Входните променливи изграждат рамка за размиване на входната информация при реализацията и тестване на размитата система за оценка на предприятието.

4.2.2. Блок Оценка на изпълнението

Блок Оценка на изпълнението представлява механизъм за определяне на цялостната реализация на експертните мнения относно характеристиките на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне или друга страна на предприятието. Извършва п-

критериално (по броя на входните променливи – б.а.) оценяване на изпълнението на всяка една хипотеза, както и пресмята размита стойност на изходната променлива. Функционира по алгоритъма на Метода на разстоянията (Timchev 2011: 37-38), като третира оценявания обект в качеството на n-мерно пространство с граници, които се установяват от оценките на входните променливи.

В Размит модел „Ликвидност“ Блок Оценка на изпълнението на практика осъществява сравнително оценяване на три етапа.

Етап 1. Определяне на хипотезата с най-високо изпълнение за всяка една входна променлива. Оценката на споменатото изпълнение представлява еталон.

Етап 2. Изчисляване на степента на комплексно изпълнение на всяка хипотеза – Хипотеза 1, Хипотеза 2 и Хипотеза 3, по Формула 4.5 ÷ 4.7:

$$\begin{aligned} & \text{Комплексно изпълнение на Хипотеза 1} = \\ & = 1 - \sqrt{\frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{\text{КОЛ}_{\text{Хипотеза 1}}}{\text{КОЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{\text{КБЛ}_{\text{Хипотеза 1}}}{\text{КБЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 +} \\ & \quad \sqrt{\frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{\text{КНЛ}_{\text{Хипотеза 1}}}{\text{КНЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{\text{КАЛ}_{\text{Хипотеза 1}}}{\text{КАЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2} \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} & \text{Комплексно изпълнение на Хипотеза 2} = \\ & = 1 - \sqrt{0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КОЛ}_{\text{Хипотеза 2}}}{\text{КОЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 + 0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КБЛ}_{\text{Хипотеза 2}}}{\text{КБЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 +} \\ & \quad \sqrt{0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КНЛ}_{\text{Хипотеза 2}}}{\text{КНЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 + 0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КАЛ}_{\text{Хипотеза 2}}}{\text{КАЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2} \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} & \text{Комплексно изпълнение на Хипотеза 3} = \\ & = 1 - \sqrt{0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КОЛ}_{\text{Хипотеза 3}}}{\text{КОЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 + 0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КБЛ}_{\text{Хипотеза 3}}}{\text{КБЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 +} \\ & \quad \sqrt{0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КНЛ}_{\text{Хипотеза 3}}}{\text{КНЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2 + 0.25 \times \left(1 - \frac{\text{КАЛ}_{\text{Хипотеза 3}}}{\text{КАЛ}_{\text{Еталон}}}\right)^2} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Етап 3. Агрегиране на оценките на комплексното изпълнение на Хипотеза 1 ÷ 3 и транспонирането им в Изходната променлива.

Колкото по-близо до единица се намира оценката на изпълнението на дадена хипотеза, толкова по-голям е нейният принос за ликвидността на предприятието. И обратно. Така високите стойности на реализирането на Хипотеза 1. Показват, че има дефицит на достатъчно покритие на краткосрочните задължения с краткотрайни активи. Това генерира несигурност за срочното изплащане на вземанията на кредиторите, доставчиците, персонала, държавата. Налице е ниска ликвидност на предприятието.

Високите стойности на изпълнение на Хипотеза 2. Се третират като израз на умерен баланс между краткотрайните активи и краткосрочните задължения. Съществува нормална осигуреност на изпълнението на текущите веманията с текущо реализуеми ресурси. Налице е оптимална ликвидност на предприятието.

Високото събдяване на Хипотеза 3. Означава, че съществуват прекалено много материални запаси, вземания, краткосрочни финансови инвестиции и/или парични средства с оглед на сумата на краткосрочните задължения. Налице е излишък от гаранции за текущата платежоспособност. Управлението на краткотрайните активи и краткосрочните пасиви обуславя понижена финансова ефективност.

На практика на изхода на Блок Оценка на изпълнението се получава размит резултат, който показва в неясен вид големината на цялостната ликвидност на предприятието.

4.2.3. Изходна променлива

Изходната променлива е показател за комплексното (по всички входни променливи – б.а.) изпълнение на всяко експертно мнение по отношение на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне или друга страна на предприятието. Тя обобщава оценките на реализацията на по-рано моделираните хипотези за всяка входна променлива. Смислено и адекватно изразява индивидуалните/груповите преценки на субектите на финансовото моделиране, политиката по инвестирането и финансирането, склонността към поемане на риск.

В Размит модел „Ликвидност“ едноименната Изходна променлива предлага обобщена оценка на големината и строежа на краткотрайните активи и краткосрочните задължения. Тя изразява събдяването на експертните мнения относно рационалността на покритието, което ресурсите с оперативна реализация създават на стойността с текуща изискуемост. Разкрива се възможността за изплащане на вземанията ка кредиторите, доставчиците, персонала и държавата. Изходна променлива Ликвидност характеризира платежоспособността в краткосрочен период и – косвено – риска за продължаване на деловото функциониране. В настоящата студия Изходна променлива Ливкидност се моделира с едноименната размита лингвистична променлива, която се дефинира над интервала от стойности между нула и сто (включително), има терм-множество от три терма, като всеки от тях възпроизвежда конкретна хипотеза от по-долу представените, а нови терми (т.е. междинни хипотези) се образуват чрез логическата операция дизюнкция.

Хипотеза 1. Изходна променлива Ликвидност се оценява в интервала $0 \div 50$ точки (включително), като с изключение на лявата граница, която има пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, останалите стойности се характеризират с непълна, линейно намаляваща принадлежност.

Това състояние може да се нарече подликвидност. В предприятието липсва покритие на краткосрочните задължения с краткотрайни активи. Мениджмънтът разполага с твърде малки и/или лошо структурирани материални запаси, вземания, краткосрочни финансови инвестиции и/или парични средства. Полезността, която се съдържа в ресурсите с реализация в операциите, е крайно недостатъчна. Хипотеза 1.на Изходна променлива Ликвидност в обхвата с ненулева принадлежност се моделира с триъгълно размито число от

R-тип, на което точната стойност се равнява на 0 точки, а границата – на 50 точки ($J_{\text{Хипотеза 1}} = \{0; 0; 50\}$).

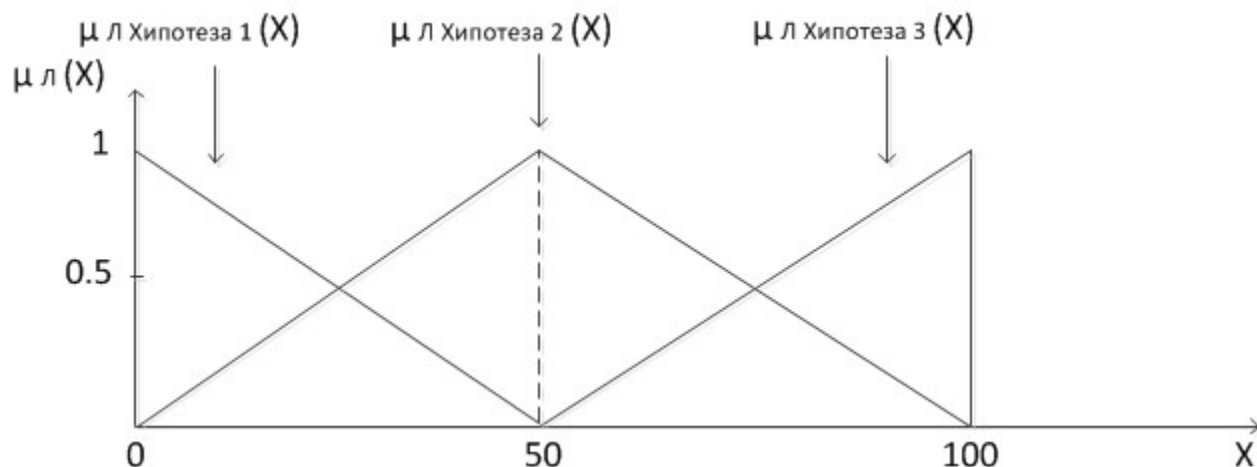
Хипотеза 2. Изходна променлива Ликвидност приема оценки от 0 до 100 точки (включително), като с пълна принадлежност към споменатата хипотеза се характеризира оценката, равняваща се на 50 точки; долната половина ($0 \div 50$ точки) притежава непълна, линейно нарастваща принадлежност, а в горната ($50 \div 100$ точки) – също непълна, но линейно намаляваща.

Това състояние може да се квалифицира като умерена ликвидност. В предприятието съществува рационално по големина и структура съответствие между краткотрайните активи и краткосрочните задължения. Материалните запаси, вземанията, краткосрочните финансови инвестиции и паричните средства създават умерена по големина сигурност за изплащането на дълговете с текуща изискуемост, като предпоставят продължаването на операциите и съществуването на бизнеса в обозрима перспектива. Същевременно не се осъществява „изваждането му“ извън стойностния оборот и не се генерират нереализирани финансови доходи. Хипотеза 2. На Изходна променлива Ликвидност в обхвата с ненулева принадлежност се моделира с триъгълно размито число от LR-тип, на което точната стойност възлиза на 50, лявата границата – на 0, а дясната – на 100 ($J_{\text{Хипотеза 2}} = \{0; 50; 100\}$).

Хипотеза 3. Изходна променлива Ликвидност се оценява в интервала $50 \div 100$ точки, като с изключение на дясната граница, която има пълна принадлежност към разглежданата хипотеза, останалите стойности се характеризират с непълна, линейно нарастваща принадлежност.

Това може да се нарече надликвидност. В предприятието съществува прекалено голям обем краткотрайни активи с оглед на сумата на краткосрочните задължения. Налице е излишно осигуряване (с текуща ползност) на вземанията на кредиторите, доставчиците, персонала и държавата. Реализира се „обездвижване“ на стойност и неефективно използване на капитала, инвестиран в имуществата с оперативна употреба. Хипотеза 3. На Изходна променлива Ликвидност в обхвата с ненулева принадлежност се моделира с триъгълно размито число от L-тип, на което точната стойност възлиза на 100 точки, а лявата граница – на 50 точки ($J_{\text{Хипотеза 3}} = \{100; 50; 0\}$).

На Фигура 4.6 са показани триъгълните размити числа, които моделират Хипотези 1 ÷ 3 на Изходна променлива Ликвидност. (Под фигурата е представено аналитично описание на съответните размити величини.)



$$\begin{aligned} \mu_{\text{Л Хипотеза 1}}(x) &= \begin{cases} -0.02x + 1/0 \leq x \leq 50 \\ 0/50 < x \leq 100 \end{cases} & \mu_{\text{Л Хипотеза 2}}(x) &= \begin{cases} 0.02x/0 < x < 50 \\ -0.02x + 2/50 \leq x \leq 100 \end{cases} & \mu_{\text{Л Хипотеза 3}}(x) &= \begin{cases} 0/0 \leq x < 50 \\ 0.02x - 1/50 \leq x \leq 100 \end{cases} \end{aligned}$$

Фигура 4.6. Изходна променлива Ликвидност

Принципната схема на Размит модел „Ликвидност“ може да се разглежда като платформа, която може да бъде надградена с допълнителни входни променливи. Освен това, подлежи на свързване с принципни схеми на други размити модели за оценка на предприятието.

4.3. Реализация и тестване

Размитите модели за оценка на предприятието се реализират и тестват по стандартен алгоритъм за обработка на информация в среда на неопределеност (Bahusiva 2012, Ibragimov 2010). В тях оперативните възможности на размитите множества се интегрират с традиционната методика за финансово моделиране. Методът на разстоянията получава реализация в условия на приблизителност, като придобива висока гъвкавост, ефективност и способност за отразяване на несигурността при вземането на решения.

В реализацията и тестването на Размит модел „Ликвидност“ може бъдат разграничени следните относително самостоятелни действия: Размиване на входната информация, Оценяване на изпълнението и Деразмиване на резултата.

4.3.1. Размиване на входната информация

Размиването на входната информация представлява трансформиране на реалните данни, които постъпват на четирите входа на размитата система, в размити стойности. При това се установява принадлежността на оценката на всеки измерител на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне или друга страна на предприятието към по-рано обоснованите и моделирани хипотези. Постига се осмисляне на фактическата информация в контекста на конкретна управленска политика, стремеж за рационално използване на ресурсите, склонност към риск и други.

Размиването на входната информация в Размит модел „Ликвидност“ се демонстрира при следните реални стойности: Коефициент на обща ликвидност – 2.0, Коефициент на бърза ликвидност – 1.4, Коефициент на незабавна ликвидност – 0.9 и Коефициент на абсолютна ликвидност – 0.8. Размиването се извършва въз основа на моделите на съответните входни променливи (вж. т. 4.2.1):

- Размиване на Коефициента на обща ликвидност.

Реалната стойност на Коефициента на обща ликвидност 2.0 принадлежи единствено и напълно към Хипотеза 2 на едноименната входна променлива. На Фигура 4.2 мислена вертикална права, издигната от числото 2, разположено върху линията на реалните числа, пресича графиката на функцията на принадлежност $\mu_{КОЛ \text{ Хипотеза } 2}(x)$ на ниво единица. Следователно реалната оценка 2.0 „се размива“ в размитата стойност $\mu_{КОЛ \text{ Хипотеза } 2}(2.0) = 1$.

- Размиване на Коефициента на бърза ликвидност.

Реалната стойност на Коефициента на бърза ликвидност 1.4 принадлежи към Хипотеза 2, в степен 0.2 и към Хипотеза 3, в степен 0.8 на едноименната входна променлива. На Фигура 4.3 мислена вертикална права, издигната от числото 1.4, разположено върху линията на реалните числа, пресича графиката на функцията на принадлежност $\mu_{КБЛ \text{ Хипотеза } 2}(x)$ на ниво 0.2, както и графиката на функцията на принадлежност $\mu_{КБЛ \text{ Хипотеза } 3}(x)$ на ниво 0.8. Следователно реалната оценка 1.4 „се размива“ в размитите стойности $\mu_{КБЛ \text{ Хипотеза } 2}(1.4) = 0.2$ и $\mu_{КБЛ \text{ Хипотеза } 3}(1.4) = 0.8$.

- Размиване на Коефициента на незабавна ликвидност.

Реалната стойност на Коефициента на незабавна ликвидност 0.9 принадлежи почти напълно, в степен 0.97 към Хипотеза 2, както и силно ограничено, в степен 0.03 към Хипотеза 3 на едноименната входна променлива. На Фигура 4.4 мислена вертикална права, издигната от числото 0.9, разположено върху линията на реалните числа, пресича графиката на функцията на принадлежност $\mu_{КНЛ \text{ Хипотеза } 2}(x)$ на ниво 0.97 и графиката на функцията на принадлежност $\mu_{КНЛ \text{ Хипотеза } 3}(x)$ на ниво 0.03. Така реалната стойност 0.9 на практика „се размива“ в размитите стойности $\mu_{КНЛ \text{ Хипотеза } 2}(0.9) = 0.97$ и $\mu_{КНЛ \text{ Хипотеза } 3}(0.9) = 0.03$.

- Размиване на Коефициента на абсолютна ликвидност.

Реалната стойност на Коефициента на абсолютна ликвидност 0.8 принадлежи напълно към Хипотеза 3 на едноименната входна променлива. На Фигура 4.5 мислена вертикална права, издигната от числото 0.8, разположено върху линията на реалните числа, пресича графиката на функцията на принадлежност $\mu_{КАЛ \text{ Хипотеза } 3}(x)$ на ниво единица. Следователно реалната стойност 0.8 „се размива“ в размитата стойност $\mu_{КАЛ \text{ Хипотеза } 3}(0.8) = 1$.

Резултатите от размиването на входната информация показват степента на индивидуалната реализация на всяка хипотеза на всяка входна променлива. Формализирани като размити стойности, те постъпват в Блок Оценка на изпълнението, където въз основа на тях по известен алгоритъм се изчислява комплексното (четирикритериално – б.а.) изпълнение на Хипотеза 1, на Хипотеза 2 и на Хипотеза 3.

4.3.2. Оценяване на изпълнението

Представява изчисляване на степента на цялостната реализация на експертните мнения за характеристиките на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне или друга страна на предприятието. Извършва се по триетапния алгоритъм, по

който функционира Блок Оценка на изпълнението (вж. т. 4.2.2). В резултат на оценяването на изпълнението се получава размит изход – описание с неточни стойности на параметрите на изходната променлива на размития модел.

Данните за оценяването на изпълнението в Размит модел „Ликвидност“ са обобщени в Таблица. 4.1.

Таблица 4.1

Входни променливи	Степен на принадлежност към:			Принадлежност еталон
	Хипотеза 1	Хипотеза 2	Хипотеза 3	
Коеф. На обща ликвидност	0	1	0	1
Коеф. На бърза ликвидност	0	0.2	0.8	0.8
Коеф. На незабавна ликвидност	0	0.97	0.03	0.97
Коеф. На абсолютна ликвидност	0	0	1	1

В настоящата студия се приема, че всички входни променливи на Размит модел „Ликвидност“ имат еднаква значимост за ликвидността на предприятието. Като се има предвид, че цялостното изпълнение на дадена хипотеза се формира под влияние на четири еднакво важни входни променливи, то индивидуалният принос на всеки измерител на ликвидността възлиза на $\frac{1}{4}$. Оценяването на комплексното изпълнение на Хипотеза 1 ÷ 3 се извършва по Формула 4.5 ÷ 4.7. По-долу е показано заместването по споменатите форми с демонстрационните данни:

$$\text{Комплексно изпълнение на Хипотеза 1} = \quad (4.8)$$

$$= 1 - \sqrt{\frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0}{1}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0}{0.8}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0}{0.97}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0}{1}\right)^2} = 0$$

$$\text{Комплексно изпълнение на Хипотеза 2} = \quad (4.9)$$

$$= 1 - \sqrt{\frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{1}{1}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0.2}{0.8}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0.97}{0.9}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0}{1}\right)^2} = 0.38$$

$$\text{Комплексно изпълнение на Хипотеза 3} = \quad (4.10)$$

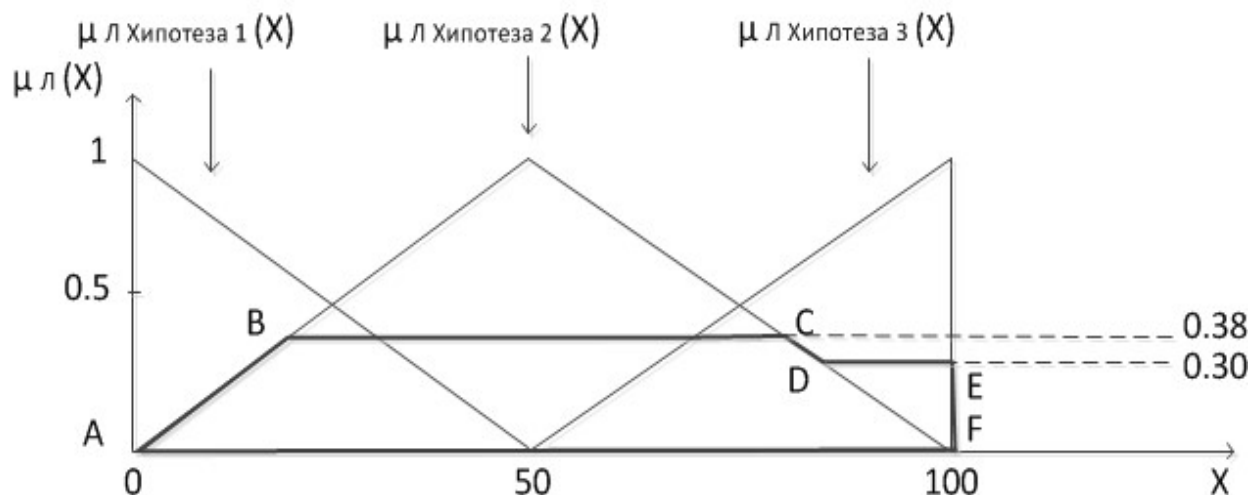
$$= 1 - \sqrt{\frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0}{1}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0.8}{0.8}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{0.03}{0.97}\right)^2 + \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{1}{1}\right)^2} = 0.30$$

Оценките на комплексното изпълнение на Хипотеза 1, на Хипотеза 2 и на Хипотеза 3 са обобщени в Таблица 4.2. Те показват категорично неизпълнение на първата хипотеза; освен това, изпълнението на Хипотеза 2 и на Хипотеза 3 възлиза съответно на 0.38 и на 0.30. С оглед на експертните разбирания, които са заложили в споменатите две хипотези, ликвидността на предприятието най-общо може да се прецени като надвишаваща представите за умерена ликвидност.

Таблица 4.2

Хипотези	Комплексно изпълнение
Хипотеза 1	0.00
Хипотеза 2	0.38
Хипотеза 3	0.30

На Фигура 4.7 е показана графиката на Изходна променлива Ликвидност, като с удебелена линия са очертани нивата на изпълнението на всяка хипотеза. След агрегирането на участъците от графиките, разположени под съответните нива на изпълнение, се получава фигура с неправилна форма – многоъгълникът ABCDEF. Това е размитият изход на Размит модел Ликвидност. В него се намира точната оценка на цялостната ликвидност на предприятието.



Фигура 4.7. Размита оценка на изпълнението на Изходна променлива Ликвидност

Размитата оценка на изпълнението се трансформира в точна стойност в следващия, последен етап от реализацията и тестването на размития модел.

4.3.3. Деразмиване на резултата

Това е процес, който в известен смисъл може да се определи като обратен на размиването. В него размитата оценка на изходната променлива, получена след оценяването на изпълнението, се преобразува в точна стойност. Базира се на размитата лингвистична променлива на изходната променлива на размития модел. В настоящата студия за деразмиване на резултата се използва Методът на геометричния център на тежестта, с който се обработват координатите на всяка точка на пречупване на линията, очертаваща размития резултат по оста Ох (x_i ; множеството на реалните числа – б.а.) и по оста Оу ($\mu(x_i)$; множеството от стойности на функцията на принадлежност – б.а.) по формулата:

$$ГЦТ = \frac{\sum_{i=1}^n \mu(x_i) \times (x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (4.11)$$

За деразмиване на резултата на Размит модел „Ликвидност“ чрез Метода на геометричния център на тежестта се установява на x-координатата на точката, център на фигурата ABCDEF (Фигура 4.7):

$$\text{Ликвидност} = \frac{(0.38 \times 19) + (0.38 \times 81) + (0.30 \times 85) + (0.30 \times 100)}{0.38 + 0.38 + 0.30 + 0.30} \approx 69 \text{ т} \quad (4.12)$$

Получената деразмита (точна) оценка на изхода на Размит модел „Ликвидност“ възлиза на 69 т. Съгласно експертното мнение, заложено в основата на размитата лингвистична променлива, модел на Изходна променлива Ликвидност, в предприятието съществува надликвидност. В него е налице по-голямо от умереното покритие на краткосрочните задължения с краткотрайни активи. Генерира се повишена сигурност за изпълнението на паричните задължения към кредиторите, доставчиците, персонала и държавата, но и редуциране на ефективността при използването на капитала чрез „изваждането му“ извън стойностния оборот. Предприятието като цяло има по-висока от умерената текуща платежоспособност.

Деразмитият (точният) резултат подлежи на анализ във връзка с оценките на други характеристики на предприятието, стойности от динамични редове и други. Много подходящ е за динамично стратегиране.

Заклучение

Размитите множества, размитите величини, размитата математика и размитата логика изграждат иновативна база за финансово моделиране в условия на неопределеност. Те основополагат интегрирането на счетоводна информация с други данни с различно ниво на точност. Предлагаат интелигентен инструментариум за оценяване и управление на финансовото състояние, ефективността, паричното представяне и други страни на предприятието. При това обогатяват конвенционалното микроикономическо изследване с голям обем знание. Осигуряват възможност за емулиране на човешкото мислене в хода на разработването на решения и в изпълнението на различни дейности в бизнес икономиката. Размитите множества, размитите величини, размитата математика и размитата логика позволяват адаптиране на счетоводната информация в съответствие с натрупания опит и субективната интуиция. Генерират бързина и високо ниво на системност на анализа на многобройни факторни влияния и зависимости. Моделите, базирани на размитите множества, размитите величини, размитата математика и размитата логика, притежават способността да функционират дори при значително вариране на стойностите на входните променливи – необичайно ниски или прекалено високи, с гарантирана полезност и широка приложимост. Отличават се с голяма гъвкавост по отношение на броя и вида както на параметрите, така и на критериите за оценяване и управление. Много адаптивни са спрямо

обективните условия и изискванията на заинтересованите от предприятието лица. Несложни са за възприемане и удобни за ползване. Предлагат мощно средство за усъвършенстване на информационното осигуряване на финансовото управление като цяло. .

ЛИТЕРАТУРА

- АНГЕЛОВА, Д. 2009. Размитата логика и проблемът за неопределеността. *Философски алтернативи*, брой 4, 81-87. София: БАН.
- АНГЕЛОВА, П. 2005. Приложение на средствата на размитата логика при оценяване на конкретния статус на фирмата. *VII Международна конференция „Управление и устойчиво развитие“*, Лесотехнически университет, Юндола.
- АНГЕЛОВА, П. 2007. Приложение на размита логика при решаване на многокритериални задачи за взимане на инвестиционни решения. *Международна научна конференция „Съвременни технологии 07“*, БСУ „Проф. д-р А. Златаров“, Бургас.
- БОЯНОВ, С. 1975. *Велики немски мислители (Кант, Фихте, Шелинг, Фойербах)*. София: Народна младеж.
- БЪРНЕВ, П., П. Станчев. 1987. *Размити множества*. София: Народна просвета
- ВАСИЛЕВА, М. 2008. *Размити множества. Теория и практика*. Шумен: НВУ „Васил Левски“, Факултет „Артилерия, ПВО и КИС“.
- ВЛАДИМИРОВ, В. 2004. Моделиране на критични ситуации и събития чрез размити множества и размита логика. *Годишник на ВСУ „Черноризец храбър“*, том X, 563-579, Варна.
- ВОС, Б. 2006. *Корпоративен анализ. Пътеводител*. II издание. София: Класика и стил.
- ДИМИТРОВ, М., И. АНДРЕЕВ 2017. *Счетоводният анализ*. I издание. Велико Търново: Абагар.
- ДИМИТРОВА, Ж. и кол. 2010. Математика на неопределеността. *Управление и образование*, том VI (4) 2010, 247-254.
- ЖЕЛЕВА, Ст. 2004. *Въведение в теорията на множествата и математическата логика*. Пловдив.
- ЗАХАРИЕВ, З. 2013. Методи и алгоритми в размитото релационно смятане и приложенията им в области на изкуствения интелект. София: Технически университет. Достъпно на: https://ras.tu-sofia.bg/doks/SF_FPMI/ns/100/avtoreferat.pdf
- ИВАНОВА, Р. 2015. *Анализ на финансовото състояние на предприятието*. София: УНСС.
- КАСЪРОВА, В. 2013. *Финансов анализ*. София: НБУ.
- КИРОВ, Г. 2015. *Симулационни подходи за изследване и анализ на сложни системи. Информационни системи в управлението*. София: Авангард.
- МИХАЙЛОВ, М., М. ГЕРГОВА 2003. *Икономически анализ*. Свищов.
- НИКОЛОВ, Н. 1996. *Финансов анализ*. II издание. Варна: Принцепс.
- ПЕТКОВА, Ст. 2008. Приложение на теорията на размитите множества в контролинг системата за подпомагане вземането на стратегически решения. *Годишник на БСУ „Проф. д-р А. Златаров“*, 32-38, Бургас.
- СЛАВОВА-СОКОЛОВА, Д. 1997. Научното знание: точно и неточно. *Философски алтернативи*, книга 3, 44-47. София: БАН.
- СТЕФАНОВ, В. 2004. *Въведение в дедуктивната логика*. София: Св. Климент Охридски.

- ТАБАКОВ, М. 2008. Некласическата логика и класическата наука. *Логика и наука*, 42-49. Велико Търново: Св. Св. Кирил и Методий.
- ТИМЧЕВ, М. 2011. *Финансово-стопански анализ*. София: Нова звезда.
- ТОДОРОВ, Л. 2014. *Съвременни модели за оценка на бизнеса*. II издание. София: Нова звезда.
- ТРИФОНОВ, Т. и кол. 1999. *Корпоративни финанси*. I част. I издание. София: Тракия-М.
- УОЛШ, К. 2008. *Ключовите коефициенти в мениджмънта*. IV издание. София: ИнфоДАР.
- ЧУКОВ, К., Р. ИВАНОВА 2014. *Финансово-стопански анализ*. София: УНСС.
- БАХУСОВ, Е. 2012. *Нечеткая математика для программистов*. Тольятти: Филиал Российский государственны социальный университет.
- ИБРАГИМОВ, В. 2010. *Элементы нечеткой математики*. Баку: Азербайджанская государственная нефтяная академия.
- КАНТОР, Г. 1985. *Труды по теории множеств*. Москва: Наука.
- МАСАЛОВИЧ, А. 2011. *Нечеткая логика: на гребне "третьей волны"*. Достъпно на: http://www.tora-centre.ru/fuzzy_i.htm
- ХИЛ ЛАФУЕНТЕ, А. М. 1998. *Финансовый анализ в условиях неопределенности*. Минск: Тэхналогія.
- ЯГЕР, Р. 1986. *Нечеткие множества и теория возможностей*. Последние достижения. Москва: Радио и связь.
- KAUFMAN, A., MADAN M. GUPTA 1991. *Introduction to Fuzzy Arithmetic. Theory and Applications*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- KLIR, G., B. JUAN 1995. *Fussy Sets and Fuzzy Logic. Theory and applications*. New Jersey: Prentice Hal.
- MORGAN, C. G. 2008. *Fuzzy Logic. Routledge Encyclopedia of Philosophy*. London: Routledge. <http://www.rep.routledge.com/article/Y080>
- TAVAKKOLI, M. (et al.). 2010. New Method to Evaluate Financial Performance of Companies by Fuzzy Logic: Case Study. Drug Industry of Iran, *Asia Pacific Journal of Financial and Banking Research*, Vol. 4, 15-24.
- ZADEH, L. A. 1968. *Information and Control*. Vol. 8, № 3, 338-353.
- ZIMMERMANN H. 1996. *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. III edition. Boston: Kluwer Acaemic Publishers Norwell.
- ZIMMERMANN H. 2000. *Fuzzy Sets, Decision Making and Expert Systems*. Boston Kluwer Acaemic Publishers Norwell.

REFERENCES

- ANGELOVA, D. 2009. Razmitata logica i problemat s neopredelenostta. *Filosofski alternativi*, 4, 81-87. Sofia: BAN.
- ANGELOVA, P. 2005. Prilojenie na sredstvata na razmitata logica pri ocenyaneto na konkretniya status na fermata. *VII Mejdunarodna konferenciya "Upravlennie i ustoichivo razvitie"*, Lesotehnicheski universitet, Yundola
- ANGELOVA, P. 2007. Prilojenie na razmita logica pri reshavane na mnogokriterialni zadachi za vzetane na investicionni resheniya. *Mejdunarodna nauchna konferenciya "Suvremenni tehnologii 07"*, BSU "Prof. D-r A. Zlatarov", Burgas.

- BOYANOV, S. 1975. *Veliki nemski mislители (Kant, Sheling, Foierbah)*. Sofia: Narodna mladej.
- BURNEV, P., P. STANCHEV. 1987. *Razmiti mnojestva*. Sofia: Narodna prosveta.
- VASILEVA, M. 2008. *Razmiti mnojestva. Teoriya i praktika*. Shumen: NVU "Vasil Levski", Fakultet "Artileriya, PVO I KIS"
- VLADIMIROV, V. 2004. Modelirane na kritichni situiacii i subitiya chrez razmiti mnojestva i razmita logica. *Godishnik na VSU "Chernorizec Hrabur"*, 10, 563-579, Varna.
- VOS, B. 2006. *Corporativen Analiz*. Putevoditel. II izdanie. Sofia: Klasika i stil.
- DIMITROV, M., I. ANDREEV. 2017 *Schetovodniyat analiz*. I izdanie. Veliko Turnovo: Abagar
- DIMITROVA, J. (et al.) 2010. Matematika na neopredelenostta. V *Upravlenie i obrazovanie*, 6(4), 247-245.
- JELEVA, St. 2004. Vuvodenie v teoriyata na mnojestvata i matematicheskata logica. Plovdiv
- ZAHARIEV, Z. 2013. Metodi i algoritmi v razmitoto relacionno smyatane i prilozheniyata mu v oblasti na izkustveniya intelekt. Sofia: Tehnicheski universitet. Available from: https://ras.tu-sofia.bg/doks/SF_FPMI/ns/100/avtoreferat.pdf.
- IVANOVA, R. 2015. *Analiz na finansovoto sustoyanie na predpriyatieto*. Sofia: UNSS
- KASARIVA, V. 2013. *Finansov analiz*. Sofia: NBU.
- KIROV, G. 2015. *Simulacionni podhodi za izsledvane i analiz na slojni sistemi. Informacionni sistemi v upravlениeto*. Sofia: Avangard.
- MIHAILOV, M., M. GERGOVA. 2003. *Ikonomicheski analiz*. Svishtov.
- NIKOLOV, N. 1996. *Finansov analiz*. II izdanie. Varna: Princeps.
- PETKOVA, St. 2008. Prilozhenie na teoriyata na razmitite mnojestva v kontroling sistemata za podpomagane na vzemaneto na strategicheski resheniya. *Godishnik na BSU "Prof. D-r A. Zlatarov"*, 32-38, Burgas.
- SLAVOVA-SOKOLOVA, D. 1997. Nauchnoto znanie: tochno i netochno. *Filosofski alternativi*, 3, 44-47. Sofia: BAN.
- STEFANOV, V. 2004. *Vuvodenie v deduktivnata logica*. Sofia: Sv. Kliment Ohridski.
- TABAKOV, M. 2008. Neklasicheskata logica i klasicheskata nauka. *Logica i nauka*, 42-49, Veliko Turnovo: Sv. Sv. Kiril I Metodii.
- TIMCHEV, M. 2011. *Finansovo-stopanski analiz*. Sofia: Nova Zvezda.
- TODOROV, L. 2014. *Suvremenni modeli za ocenka na biznesa*. I izdanie. Sofia: Nova Zvezda.
- TRIFONOV, T. I kol. 1999. *Corporativni finansi*. I chast. I izdanie. Sofia: Trakiya-M.
- UOLSH, K. 2008. *Klyuchovite koeficienti v menidjmenta*. IV izdanie. Sofia: InfoDAR.
- CHUKOV, K. R. IVANOVA. 2014. *Finansovo-stopanski analiz*. Sofia: UNSS.
- BAHUSOVA, E. 2012. *Nechetskaya matematika dlya programistov*. Toliati: Filial Rosiiskii gosudarstvennyi universitet.
- IBRAGIMOV, V. 2010. *Elementui nechetskoi matematiki*. Baku: Azerbaidjanskaya gosudarstvennaya neftyanaya akademiya.
- KANTOR, G. 1985. *Trudui po teorii mnojestv*. Moskva: Nauka.
- MASALOVICH, A. *Nechetskaya logica: na grebne "tretei volnui"*. Available from: http://www.tora-centre.ru/fuzzy_i.htm
- HIL LAFUENTE, A. 1998. *Finansovui analiz v usloviyah neopredelenosti*. Minsk: Tehnologiya
- YAGER, R. 1986. *Nechetkie mnozhestva i teoriya vozmozhnostey*. Poslednie dostizheniya. Moskva: Radio i svyazy.

- KAUFMAN, A. (et al.) 1991. *Introduction to Fuzzy Arithmetic. Theory and Applications*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- KLIR, G., B. JUAN 1995. *Fussy Sets and Fuzzy Logic. Theory and applications*. New Jersey: Prentice Hal
- MORGAN, C. G. 2008. *Fuzzy Logic*. Routledge Encyclopedia of Philosophy. London: Routledge. Available from: <http://www.rep.routledge.com/article/Y080>
- TAVAKKOLI, M. (et al.). 2010. New Method to Evaluate Financial Performance of Companies by Fuzzy Logic: Case Study. Drug Industry of Iran, *Asia Pacific Journal of Financial and Banking Research*, 4, 15-24
- ZADEH, L. A. 1968. *Information and Control*. 8(3), 338-353
- ZIMMERMANN H. 1996. *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. III edition. Boston: Kluwer Academic Publishers Norwell
- ZIMMERMANN H. 2000. *Fuzzy Sets, Decision Making and Expert Systems*. Boston: Kluwer Academic Publishers Norwell

FINANCIAL MODELING UNDER UNCERTAINTY

Abstract. Financial modeling under uncertainty is an intelligent methodology for examining accounting information. It is developed in connection with the lack of accuracy in the quantitative description of objects in the real economy; reflects the uncertainty, ambiguity and high dynamics of the change of factor influences on the characteristics of the company. By validating conventional means of addition assessment and analysis, it foregrounds approaches and methods that have the ability to reproduce intelligence. The theoretical and methodological framework of financial modeling under uncertainty is formed by the knowledge of fuzzy sets and related fuzzy quantities, fuzzy mathematics and fuzzy logic. Functionally, it implements the three-stage algorithm for working with controlled approximation – fuzzification the input information, evaluating the complex performance and defuzzification the result. At the same time, the accounting indicators of the company are interpreted according to the characteristics of human thinking, individual/group experience, subjective intuition, preferences. Decision-making is extended to those objects and relationships that are not subject to precise evaluation. Financial management as a whole gains increased utility, ability to emulate human thinking, flexibility, speed, efficiency and easy modifiability.

Keywords: modeling; fuzzy sets; fuzzy mathematics; finance; business economics

JEL: M 10, M 21, C 58, D 81, G 32

Chief Assist. Prof. Dr. Yulian Velkov

ORCID iD: 0000-0001-9504-6076

International Business School

Botevgrad, Bulgaria

E-mail: yuvelkov@ibsedu.bg