



**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ“
ФАКУЛТЕТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
КАТЕДРА „КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ“**

ТОДОР АТАНАСОВ ТОДОРОВ

**АНАЛИЗ НА РИСКА В УСЛОВИЯТА
НА ИНТЕЛИГЕНТНО ЗЕМЕДЕЛИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

в област на висше образование:

4. Природни науки, математика и информатика

професионално направление:

4.6. Информатика и компютърни науки

докторска програма: Информатика

Научен ръководител: проф. д-р Станимир Стоянов

Пловдив, 2026

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на катедра „Компютърни системи“ при Факултета по математика и информатика на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, проведено на 08.05.2026 г.

Дисертационният труд съдържа 131 страници, 16 фигури, 8 таблици и 102 литературни източника.

Списъкът с авторските публикации се състои от 2 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 10.07.2026 г. от 13.00 ч. в Заседателната зала на Нова сграда на ПУ „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в секретариата на ФМИ, Нова сграда на ПУ, каб. 330, всеки работен ден от 8.30 до 17.00 ч.

Научно жури

1. Доц. д-р Емил Христов Дойчев – ФМИ на ПУ “Паисий Хилендарски“
2. Доц. д-р Георги Николов Чолаков – ФМИ на ПУ „Паисий Хилендарски“
3. Доц. д-р Емил Георгиев Делинов – Тракийски университет, гр. Стара Загора
4. Проф. д-р Владимир Василев Монов - ИИКТ, БАН
5. Проф. д-р Евдокия Николаева Сотирова - Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, гр. Бургас

Автор: Тодор Атанасов Тодоров

Заглавие: Анализ на риска в условията на интелигентно земеделие

Пловдив, 2026 г.

Съдържание

Обща характеристика на дисертационния труд.....	3
Актуалност на изследването	4
Цел, обект и предмет на изследването	4
Задачи на изследването	5
Структура на дисертационния труд.....	5
Глава 1. Финансов риск и електронни системи в земеделието	5
Основни изводи от Глава 1.....	7
Глава 2. Теоретични основи на финансовите и аграрните рискове	7
Основни изводи от Глава 2.....	8
Глава 3. Математически модел за идентификация на финансов риск	8
Основни резултати от Глава 3	13
Глава 4. Програмна реализация на система за изследване на финансов риск.....	14
4.1 Архитектура на системата.....	14
4.2 Развойна среда.....	15
4.4 Тестване и валидация.....	22
Основни резултати от изследването.....	27
Заключение.....	28
Научни и научно-приложни приноси.....	28
I. Научни приноси	28
II. Научно-приложни приноси	29
Публикации по темата на дисертационния труд	29
Благодарности	30
Библиография.....	31

Обща характеристика на дисертационния труд

Селското стопанство се характеризира с висока степен на неопределеност, обусловена от взаимодействието на природни, икономически и технологични фактори. В условията на климатични промени, засилена пазарна волатилност и нарастващи изисквания за устойчивост, финансовият риск в аграрния сектор придобива системен характер и оказва влияние както върху отделните стопанства, така и върху финансовата стабилност на по-широки икономически структури.

Паралелно с това, развитието на интелигентното земеделие създава нови възможности за събиране, обработка и анализ на данни в реално време чрез интеграция на информационни системи, сензорни технологии и алгоритми за анализ. Въпреки наличието на разнообразни цифрови решения, в научната и приложната практика се наблюдава липса на интегриран подход за съвместно използване на агрономически, климатични и финансови данни с цел систематично управление на финансовия риск.

В този контекст настоящият дисертационен труд разглежда проблема за разработване на модел и система за идентификация и анализ на финансовия риск в условията на интелигентно земеделие чрез адаптация на съществуваща платформа.

Актуалност на изследването

Актуалността на изследването се определя от няколко ключови фактора:

- нарастващата финансова уязвимост на земеделските производители вследствие на климатични и пазарни шокове;
- ограничената ефективност на съществуващите инструменти за управление на риска, включително индексни застраховки и традиционни финансови механизми;
- необходимостта от интеграция на хетерогенни данни (аграрни, финансови, климатични);
- засилващата се роля на дигитализацията и интелигентните системи в управлението на агробизнеса.

Наличието на тези фактори обуславя необходимостта от разработване на нови концептуални и технологични решения за анализ и управление на финансовия риск.

Цел, обект и предмет на изследването

Целта на дисертационния труд е разработване и обосноваване на концептуален, методологически и архитектурен модел за идентификация и анализ на финансовия риск в условията на интелигентно земеделие, базиран на интеграция на аграрни, климатични и финансови данни.

Обект на изследването са финансовите рискове в селскостопанските предприятия.

Предмет на изследването са методите, моделите и информационните системи за идентификация, анализ и управление на финансовия риск, както и възможностите за тяхната интеграция в платформи за интелигентно земеделие.

Задачи на изследването

За постигане на поставената цел са формулирани следните основни задачи:

1. Анализ на същността и класификациите на финансовите рискове в аграрния сектор.
2. Изследване на съвременните електронни системи и дигитални технологии за управление на риска.
3. Идентифициране на ограниченията на съществуващите решения, включително проблемите с интеграцията и качеството на данните.
4. Анализ на условията за развитие на интелигентното земеделие в Европа и България.
5. Изследване на архитектурата на платформата ЗЕМЕЛА.
6. Разработване на адаптация на събитийния модел за финансови рискове.
7. Проектиране на архитектура на система за идентификация и анализ на риска.
8. Оценка на приложимостта на предложеното решение.

Структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в увод, четири глави, заключение и библиография. Дисертационният труд е в обем 131 страници и съдържа 16 фигури, 8 таблици и 102 литературни източника.

- В първа глава се извършва аналитичен преглед на финансовите рискове и електронните системи в земеделието.
- Във втора глава се разглеждат теоретичните основи и класификации на рисковете.
- В трета глава се разработва математически модел за идентификация на финансови рискове.
- В четвърта глава се представя програмната реализация на система за анализ на риска в рамките на платформата ЗЕМЕЛА.

Глава 1. Финансов риск и електронни системи в земеделието

Първата глава разглежда взаимовръзката между финансовия риск и електронните системи в земеделието, като акцентира върху значението на дигитализацията за устойчивото развитие на аграрния сектор. Анализирани са основните видове финансови рискове, пред които са изправени земеделските производители – пазарни, кредитни, оперативни и климатични. Представени са съвременни електронни системи и технологии (като системи за управление на стопанства – Farm Management Systems, сателитен мониторинг, IoT и блокчейн решения), които подпомагат оценката, управлението и ограничаването на рисковете.

Работата акцентира върху ролята на цифровите платформи в процесите на планиране, финансово прогнозиране и вземане на решения. Посочени са и предизвикателствата, свързани с внедряването на електронни системи – високи първоначални инвестиции, нужда от обучение и киберсигурност

Финансовият риск в агросектора е многопластово явление, което обхваща рискове на ниво стопанство, пазари и финансова система. На най-простото ниво той включва кредитен и ликвиден риск: фермерът може да изпита недостиг на оперативен кеш през сезона и/или да не успее да обслужва кредити при спад на приходи или рязко покачване на разходите за вложени материали. Това е особено критично при интензивни култури, които изискват предварителни инвестиции (семена, торове, гориво) и имат еднократни сезонни приходи. Анализи на аграрното финансиране и практики за управление на ликвидността разглеждат именно тези механизми и препоръчват адаптивни ликвидни буфери и сезонно кредитиране. [1]

Ценовата волатилност е отделна ключова компонента на финансовия риск: колебанията в цените на основните култури, торове и енергия директно променят маржовете на рентабилност. Последни емпирични изследвания демонстрират силна връзка между ценовата и волатилната динамика на енергийните пазари (натурални газ, петрол), пазара на торове и цените на селскостопанските продукти, което увеличава риска от внезапни финансови шокове за фермери и кооперативи. Управлението на този риск изисква хеджиране, договорни механизми и политики за стабилизиране при екстремна волатилност. [2]

Производственият риск (дължащ се на климатични екстреми, суша, наводнения, вредители и болести) е директна причина за загуба на добиви и приходи. Тези събития генерират и вторични финансови ефекти — увеличени заеми, натиск върху ликвидността и по-високи премии за застраховка. Официални ръководства по управление на риска в селското стопанство разделят рисковете на нормални/макетни и катастрофални и подчертават необходимостта от комбинирани стратегии: превенция, застраховане и публична подкрепа при катастрофи. [3]

Особено актуален е проблемът с *basis risk* (базисен риск) при индексни застраховки: когато обезщетението се изплаща въз основа на индекс (напр. валежи или средни добиви по регион), той може да не съвпада с реалната загуба на конкретния фермер. Голямо количество литература показва, че високият базисен риск намалява търсенето и ефективността на индексното застраховане; затова нови изследвания предлагат методи за декомпозиция на базисен риск и оптимизация на индексите. [4]

Накрая, има системни/макро рискове: натрупване на загуби вследствие на широкомащабни климатични шокове, свързани с деградиране на екосистеми или прекъсване на вериги на доставка, може да доведе до вълни от необслужвани заеми и да постави под натиск банковия сектор и регионалните икономики. Международни институции и научни прегледи разглеждат „*nature-related*“ (свързани с природата) и климатично обусловени финансови рискове като потенциално системни, което налага включване на агросектора в

рамките на макропруденциални политики, стрес-тестове и разглеждане на устойчивостта на кредитни портфейли [5]

В практическо отношение ефективното управление на финансовия риск в земеделието комбинира: адаптивно кредитиране и ликвидни инструменти, инструменти за хеджиране на ценовия риск, комбинация от традиционни и индексни застраховки с по-добре конструирани индекси (целящи свиване на базисен риск), инвестиции в превантивни мерки срещу природни бедствия, и включване на аграрния сектор във финансови оценки на системните рискове от страна на банки и надзорни органи. Препоръчва се междусекторно сътрудничество между земеделци, застрахователи, търговски и държавни институции, за да се повиши общата устойчивост на системата [6] [7]

Интеграция в платформата ЗЕМЕЛА на система за идентификация на финансови рискове в земеделието. Тя представлява регионална платформа за интелигентно земеделие, чиято първоначална функционалност е фокусирана върху мониторинг на вегетацията на земеделски култури. Гъвкавата и адаптируема архитектура на платформата позволява нейното разширяване с нови модули и услуги. Настоящото изследване, представено в дисертационен труд, демонстрира една такава адаптация на ЗЕМЕЛА, насочена към изграждането на система за идентификация и управление на финансовите рискове в селскостопанския сектор [8] [9].

Основни изводи от Глава 1

Дигитализацията на земеделието създава нови възможности за управление на риска чрез:

- интеграция на FMIS и ERP системи;
- използване на сателитни и сензорни данни;
- прилагане на алгоритми за анализ и прогнозиране;
- развитие на финтех и блокчейн решения.

Съществуват съществени ограничения, сред които са:

- липса на стандартизирана интеграция между различни системи;
- проблеми с качеството и достъпността на данните;
- наличие на basis risk при индексни застраховки;
- дигитално изключване и недостатъчна инфраструктура;
- киберрискове.

Извършеният анализ показва, че съществува необходимост от интегрирани системи, които да комбинират различни типове данни и да предоставят цялостна рамка за управление на финансовия риск.

Глава 2. Теоретични основи на финансовите и аграрните рискове

Втора глава на дисертационния труд е посветена на изследване на същността, характеристиките и класификациите на финансовите и аграрните рискове, както и на принципите и методите за тяхното управление.

Финансовият риск се разглежда като вероятност от настъпване на неблагоприятни финансови резултати вследствие на несигурност в икономическата среда. В аграрния сектор този риск се характеризира със силна зависимост от външни фактори, включително климатични условия, пазарна динамика и институционална среда.

Управлението и рискът са взаимосвързани компоненти на икономическата система. Управлението на риска е фактор за конкурентоспособност, начин да се осигури цялостна устойчивост на фирмата и нейната способност да издържа на неблагоприятните резултати. Лам предоставя практическо ръководство за прилагане на принципите на управление на риска, като особено подчертава връзката "рентабилност-риск" и необходимостта от рентабилно управление [10]

Специално внимание е отделено на ефективността на управлението на риска, която се разглежда като функция от способността на предприятието да минимизира загубите при запазване на рентабилността.

В тесен смисъл управлението на риска включва индивидуалната, колективната и обществената дейност(и) за намаляване или елиминиране на определен риск и неговите негативни последици. В по-широк смисъл - управлението на риска е специфичната система от социален ред, която предопределя поведението на агентите и детерминира начина на предоставяне, защита, размяна, координация, стимулиране и оспорване на различните рискове, права, ресурси и дейности [11]

Индивидуалните форми за управление на риска не са с еднаква ефективност, тъй като имат различен потенциал да намаляват вероятността и въздействието на риска, и изискват различни разходи [12]

Основни изводи от Глава 2

Управлението на финансовия риск е неотделим елемент от стратегическото ръководство на всяка организация. Ефективното идентифициране, анализиране и контролиране на рисковете създава условия за финансова стабилност, конкурентоспособност и устойчиво развитие. Подходът към риска следва да бъде системен, основан на ясни принципи, количествен анализ и постоянен мониторинг на външната и вътрешната среда. В заключение, управлението на риска не е просто защитен механизъм, а ключов инструмент за постигане на оптимална рентабилност и дългосрочна устойчивост на бизнеса.

Глава 3. Математически модел за идентификация на финансов риск

За идентификация на възможните финансови рискове в трета глава е разработен математически модел. Най-общо моделът се изгражда на следните стъпки:

1. Създаване на параметрично пространство.
2. Изграждане на индексно пространство.
3. Изграждане на интервално пространство.
4. Специфициране на видовете рискове в интервалното пространство.

3.1. Параметрично пространство. От разнообразието на параметри, характеризиращи финансовото състояние на една фирма са избрани 13 с най-голямо значение за решаваната задача. Дефинираме това пространство като $SPACE_{par} = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_{13}$, където избраните за отчитане първични показатели на разглежданата фирма са означени с P_i , $i = 1, \dots, 13$. Наименованието и естеството на показателите са обобщени в Таблица 2.

Таблица 2. Изходни параметри

Параметър	Наименование	Естество на показателя
P_1	Собствен капитал	Собствени финансови ресурси на предприятието
P_2	Привлечен капитал	Привлечени финансови ресурси от външни източници
P_3	Общо задължения	Пасиви към кредитори и доставчици
P_4	Общо активи	Съвкупност от икономически ресурси
P_5	Краткотрайни активи	Оборотни активи с кратък жизнен цикъл
P_6	Краткосрочни задължения	Пасиви с падеж до една година
P_7	Материални запаси	Материални оборотни активи
P_8	Парични средства	Високоликвидни финансови активи
P_9	Печалба преди лихви и данъци (ЕВИТ)	Оперативен финансов резултат
P_{10}	Разходи за лихви	Финансов разход по привлечения капитал
P_{11}	Паричен поток от оперативна дейност	Нетен паричен резултат от основната дейност
P_{12}	Свободен паричен поток (FCF), като процент от приходите	Относителен паричен показател (отношение между свободен паричен поток и приходи от продажби)
P_{13}	Общо приходи	

Предназначението в анализа, типът на показателя и източника на информация са дадени в Таблица 3

Таблица 3. Изходни параметри

Параметър	Предназначение в анализа	Тип на показателя	Източник
P ₁	Оценка на капиталовата структура и финансовата устойчивост	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₂	Анализ на финансовия ливъридж и задлъжнялостта	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₃	Оценка на платежоспособността и финансовия риск	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₄	Анализ на ресурсния потенциал и структурата на активите	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₅	Оценка на ликвидността и оборотния капитал	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₆	Анализ на краткосрочната платежоспособност	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₇	Анализ на складовата политика и оборотността на ресурсите	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₈	Оценка на незабавната ликвидност	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₉	Анализ на управлението на временно свободни парични ресурси	Балансов агрегат	Счетоводен баланс
P ₁₀	Оценка на оперативната ефективност и рентабилност	Отчетен показател	Отчет за приходите и разходите
P ₁₁	Анализ на цената на дълговото финансиране	Отчетен показател	Отчет за приходите и разходите
P ₁₂	Оценка на способността за генериране на парични средства	Показател за парични потоци	Отчет за паричните потоци
P ₁₃	Оценка на ефективността на генериране на свободни парични средства спрямо обема на продажбите и финансовата устойчивост на предприятието	Показател за парична ефективност (рентабилност на паричните потоци)	Отчет за паричните потоци и Отчет за приходите и разходите

Като стойностно изражение тези параметри са реални числа, което прави броят на елементите на параметричното пространство безкраен. Възниква класически проблем за символния изкуствен интелект (по-специално за решаване на проблеми посредством търсене) – безкрайно пространство на решенията.

За справяне с този проблем (известен още като *експоненциален взрив*) е необходимо да търсим евристика от естеството на решавания проблем, която да ни позволи да ограничим пространството на решения до разумни граници, където търсене на решение би било успешно.

Следващите стъпки на предложения подход целят това.

3.2. Индексно пространство. Индексното пространство дефинираме като $SPACE_{ind} = I_1 \times I_2 \times \dots \times I_8$, където отделните индекси са означени с I_i , $i = 1, \dots, 8$. Това 8-размерно пространство се получава посредством редуция на параметричното пространство както е показано на Таблица 4.

Таблица 4. Индекси на риска

Индекс	Наименование	Формула за редуция
I_1	D/E съотношение	P_2 / P_1
I_2	Ливъридж	P_3 / P_4
I_3	Коефициент на обща ликвидност	P_5 / P_6
I_4	Коефициент на бърза ликвидност	$(P_5 - P_7) / P_6$
I_5	Коефициент на незабавна ликвидност	P_8 / P_6
I_6	Коефициент на покритие на лихвите	P_9 / P_{10}
I_7	Коефициент на оперативен паричен поток	P_{11} / P_6
I_8	Свободен паричен поток (като % от приходите)	P_{12} / P_{13}

Естеството, предназначението и типът на индексите са обобщени в Таблица 5.

Таблица 5. Индекси на риска

Индекс	Естество	Предназначение	Тип
I_1	Коефициент на капиталова структура	Оценка на задлъжнялостта и финансов ливъридж	Структурен финансов коефициент
I_2	Финансов мултипликатор	Оценка на ефекта от използването на чужд капитал върху доходността	Структурен финансов коефициент
I_3	Показател за текуща ликвидност	Оценка на способността за покриване на краткосрочни задължения	Ликвиден коефициент
I_4	Показател за ускорена ликвидност	Оценка на ликвидността без включване на запасите	Ликвиден коефициент
I_5	Показател за парична ликвидност	Оценка на незабавната платежоспособност	Ликвиден коефициент
I_6	Показател за обслужване на дълга	Оценка на способността за плащане на лихви по дълга	Коефициент за платежоспособност
I_7	Показател за парична устойчивост	Оценка на способността за покриване на задължения с оперативен паричен поток	Паричен коефициент
I_8	Относителен паричен показател	Оценка на ефективността на генериране на свободен паричен поток спрямо продажбите	Паричен показател

Въпреки, че с тази стъпка успяхме да редуцираме 13-рамерното параметрично пространство на 8-размерно, новото индексно пространство продължава да е безкрайно (стойностните изражения на индексите отново са реални числа).

3.3. Интервално пространство. Това пространство получаваме отново посредством редукция, като за всеки индекс дефинираме по 5 интервала. Така $SPACE_{int} = IN_1 \times IN_2 \times \dots \times IN_8$, където IN_i за $i = 1, \dots, 8$ са дефинирани както е дадено на Таблица 6.

Таблица 6. Индексни интервали

Индекс	IN_1	IN_2	IN_3	IN_4	IN_5
I_1	0.7 – 0.9	0.3 – 0.5	1.0 – 1.3	1.5 – 2.0	> 2.0
I_2	0.35 – 0.50	0.20 – 0.35	0.50 – 0.60	0.60 – 0.70	> 0.70
I_3	2.0 – 2.6	> 2.6	1.8 – 2.0	1.2 – 1.5	< 1.0
I_4	0.9 – 1.2	> 1.2	0.8 – 0.9	0.6 – 0.8	< 0.6
I_5	0.30 – 0.40	0.40 – 0.60	0.20 – 0.30	0.10 – 0.20	< 0.10
I_6	3.0 – 4.5	> 4.5	2.0 – 2.5	1.0 – 2.0	< 1.0
I_7	1.5 – 2.5	> 2.5	1.0 – 1.5	0.8 – 1.0	< 0.8
I_8	10 – 15%	> 20%	5 – 10%	0 – 5%	< 0%

Тази редукция е от решаващо значение за да получим крайно пространство. $SPACE_{int}$ съдържа 32768 (8^5) елемента. Това е така, понеже вече се интересуваме не от самите стойности, а от принадлежност към интервалите, т.е. съществуват две възможности – принадлежи или не принадлежи към съответния интервал (0 или 1).

3.4. Специфициране на видовете рискове в интервалното пространство. В тази последна стъпка на създаване на математическия модел вече сме в състояние да специфицираме 5 характерни точки R_1, R_2, \dots, R_5 , които кореспондират с видовете рискове, които се стремим да идентифицираме посредством нашия модел.

Характерните точки са специфицирани както следва:

- $R_1 = I_1 \times I_2 \times \dots \times I_8 \in IN_1$
- $R_2 = I_1 \times I_2 \times \dots \times I_8 \in IN_2$
- $R_3 = I_1 \times I_2 \times \dots \times I_8 \in IN_3$
- $R_4 = I_1 \times I_2 \times \dots \times I_8 \in IN_4$
- $R_5 = I_1 \times I_2 \times \dots \times I_8 \in IN_5$

На Таблица 7 са обобщени кореспондиращите видове рискове заедно с техните характеристики, интерпретации, оценки и възможни стратегии за преодоляване.

Таблица 7. Видове рискове

Характерна точка	Риск	Характеристика	Интерпретация	Оценка	Стратегия
R1	Минимален	Предприятието е финансово стабилно, с балансирана капиталова структура, адекватна ликвидност и устойчиви парични потоци, позволяващи активно реинвестиране в умни технологии.	<ul style="list-style-type: none"> Дългът подпомага растежа, без да застрашава платежоспособността Ликвидността покрива поне един производствен цикъл Паричните потоци осигуряват самофинансиране на дигитализацията 	Оптимално финансово състояние	<ul style="list-style-type: none"> Разширяване Иновации Дългосрочни инвестиции
R2	Нисък	Добра, но консервативна комбинация. Висока стабилност, пониска ефективност.	<ul style="list-style-type: none"> Нисък дълг и висок запас от ликвидност. Слаб ливъридж ефект. Вероятно <i>подинвестиране</i> в умни технологии. 	Финансово стабилно, но неефективно	Контролирано увеличаване на инвестиционната активност
R3	Умерен	Междинна (балансирана) комбинация. Умерена устойчивост.	<ul style="list-style-type: none"> Допустим финансов риск Ликвидността е чувствителна към сезонни колебания Ограничен, но наличен капацитет за технологични инвестиции 	Задоволително финансово състояние.	Оптимизация на паричните потоци и разходите.
R4	Висок	Рискова комбинация. Финансова уязвимост.	<ul style="list-style-type: none"> Повишена задлъжнялост Зависимост от текущи приходи Ограничен капацитет за обслужване на инвестиционен дълг 	Висок риск	Преструктуриране на задълженията, ограничаване на инвестиции
R5	Критичен	Най-лоша комбинация. Финансова нестабилност / криза	<ul style="list-style-type: none"> Висока задлъжнялост + ниска ликвидност Невъзможност за обслужване на лихви Отрицателен свободен паричен поток 	Финансова криза	Спешна финансова интервенция, рефинансиране или оздравителен план

Основни резултати от Глава 3

Постигнатите резултати в Глава 3 са:

- разработен е формален математически модел за оценка на финансов риск;
- предложена е методика за класификация на риска;
- дефинирани са индекси и интервали за оценка;
- създадена е основа за програмна реализация на система за анализ на риска.

Глава 4. Програмна реализация на система за изследване на финансов риск

Четвърта глава на дисертационния труд е посветена на разработването и реализирането на прототип на система за идентификация и анализ на финансовия риск в условията на интелигентно земеделие.

Предложеното решение се базира на интеграция в рамките на платформата ЗЕМЕЛА, като се използва нейната събитийно-ориентирана архитектура. Основната идея е разширяване на функционалността на платформата чрез включване на модул за финансов риск, който обработва и анализира данни от различни източници. [13]

4.1 Архитектура на системата

Архитектурата на прототипа включва следните четири компонента (Фигура 3), които ще бъдат представени накратко в тази точка.



Фигура 3. Обща архитектура

Диалогов компонент - този компонент осъществява взаимодействието между потребителите и системата. Под формата на диалог потребителят е подканван да въведе параметрите на фирмата, необходими за анализ на риска. При необходимост диалоговият компонент взаимодейства директно с машината за извод.

Обяснителен компонент - получените резултати по време на анализа на разглежданата фирма първоначално се записват във формата на фрейм в базата знания, което е вътрешно представяне на системата и трудно за разбиране от потребителите. По тази

причина сме разработили този компонент, задачата на който е да подготви резултатите в удобен за разбиране от потребителите на системата формат. Освен това този компонент визуализира резултатите от анализа.

База знания - базите знания са компоненти в една интелигентна система за съхранение, организиране и използване по структуриран начин базови знания за проблемната област на решаваната задача. В нашия случай в базата знания се съхранява програмната реализация на модела, представен в предишната точка. Моделът е имплементиран като производствени правила и фрейми. В експертните системни технологии производствените правила предоставят елегантни, изразителни и интуитивни средства за изразяване на базови знания за разглежданата проблемна област.

Машина за извод - в системите с изкуствен интелект, базирани на правила, механизмът за извод е основен софтуерен компонент, който прилага логически правила към база знания, за да извежда нова информация, да прави заключения или да взема решения. Във FIRA, основавайки се на въведените от потребителя параметри за разглежданата фирма, машината за извод селектира и активира необходимите за идентифициране на финансовия риск правила. Резултатът от съответните изводи се записват в базата знания под формата на фрейм.

4.2 Развойна среда

Прототипът е имплементиран в средата Flex [14]. Flex, първоначално разработен от LPA (Logic Programming Associates, 2025) през 1988 г. като Prolog-базиран инструментариум за LPA Prolog програмисти, използващи MS-DOS, е универсален инструментариум за експертни системи и е портиран в много различни хардуерни и софтуерни среди. Средата се използва широко в индустрията и научните изследвания в различни приложения, като моделиране и симулация, правни разсъждения, експертни консултативни системи, планиране, разписание и диагностика.

Flex е изразителен и мощен инструментариум за експертни системи, който поддържа базирано на рамки разсъждение с наследяване, програмиране, базирано на правила, и процедури, управлявани от данни, напълно интегрирани в среда за логическо програмиране. Съдържа собствен език за спецификация на знанията, наречен KSL (Knowledge Specification Language). Средата използва отворена архитектура и позволява осъществяване на достъп, разширяване и промяна поведението ѝ чрез слой от функции за достъп. Поради това Flex често се нарича инструментариум за изкуствен интелект.

Комбинацията от Flex и Prolog, т.е. хибриден инструментариум за експертни системи с мощен език за програмиране с общо предназначение за изкуствен интелект, води до функционално богата и гъвкава среда за разработка на експертни системи, където разработчиците могат да настройват и подобряват вградените механизми за поведение, за да отговарят на техните специфични изисквания. Flex е привлекателен за различни групи разработчици - разработчици на експертни системи, които искат да предоставят четливи и

поддържаеми бази знания, напреднали създатели на експертни системи, които искат да включат свои собствени контроли, програмисти на изкуствен интелект, които искат достъп до продукт, базиран на език на високо ниво, и програмисти на Prolog, които се нуждаят от допълнителна функционалност и структури

4.3 Програмна реализация

Най-общо програмната реализация на базата знания на прототипа FIRA се състои от два базови модула:

- Правила за конструиране на параметричното, индексното и интервалното пространство.
- Правила за оценка и класификация на финансовите рискове.

Изграждане на пространствата. Параметричното, индексното и интервалните пространства се изграждат паралелно и итеративно последователно по отделните 13 размерности.

Параметричното пространство се изгражда по време на взаимодействие на FIRA с потребителя. Конкретните стойности на 13-те параметъра за оценяваната фирма се въвеждат посредством диалоговия компонент на системата. Когато се активира едно правило, в което има свободни променливи (променливи, които нямат стойност), тогава FLEX интерпретаторът автоматично активира диалоговия компонент. Така например, в първото правило на Фигура 4 променливите `foreign_capital` и `equity` за изчисляване на D/E ratio индекса са свободни и интерпретаторът активира диалоговия компонент (Фигура 5), управляван в случая от дадените на Фигура 6 правила. Така двете променливи получават своите стойности, като по този начин се изграждат 1-вата и 2-рата размерности на параметричното пространство.

```

/*
=====
  FIRA (FINancial Risk Assessment)
=====
  A knowledge-based system for assessing various financial risks.
  Prototype: PhD Thesis Todor Todorov
=====
*/

% You can start the example by typing either 'run' or 'start'

/*
*****
* DIALOG COMPONENT *
* ===== *
* Rules for establishing risk parameters. *
*****
*/

/* Construction of the parametric, index, and interval spaces
-----
This rules establish the D/E Ratio of the company */
rule determine_de_ratio
  if de_ratio of rframe_financial_stability is unknown
  then d_e becomes foreign_capital_divided_by_equity.

rule de_ratio_optimal
  if d_e >= 0.7 and d_e <= 0.9
  then de_ratio of rframe_financial_stability becomes optimal.

rule de_ratio_conservative
  if d_e >= 0.3 and d_e <= 0.5
  then de_ratio of rframe_financial_stability becomes conservative.

rule de_ratio_balanced
  if d_e >= 1.0 and d_e <= 1.3
  then de_ratio of rframe_financial_stability becomes balanced.

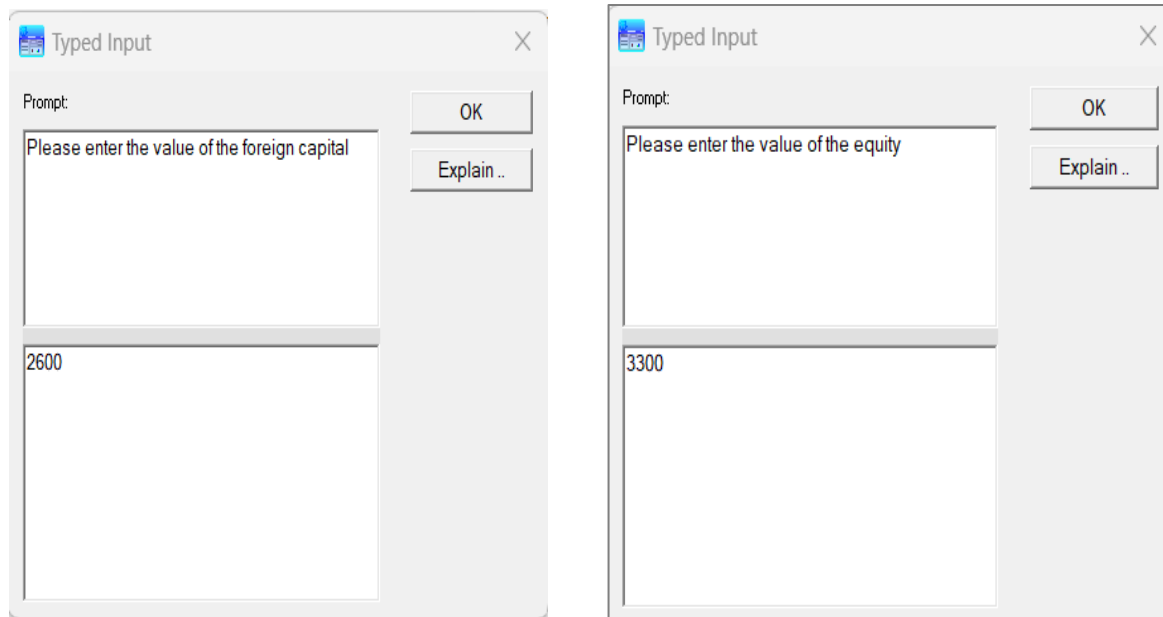
rule de_ratio_risky
  if d_e >= 1.5 and d_e <= 2.0
  then de_ratio of rframe_financial_stability becomes risky.

rule de_ratio_worst
  if d_e > 2.0
  then de_ratio of rframe_financial_stability becomes worst.

```

Фигура 4. Правила за изграждане на 1-вата и 2-рата размерност на параметричното пространство, както и на 1-вата размерност на индексното и интервалното пространства

Следващите пет правила на Фигура 4 задават условията (ограниченията) за изграждане на 1-вата размерност на индексното и интервалното пространства. Искаме да напомним, че индексното пространство е 13-размерно, а интервалното – 5-размерно.



Фигура 5. Диалогов компонент

```
question foreign_capital
    Please enter the value of the foreign capital ;
    input number.

question equity
    Please enter the value of the equity ;
    input number.
```

Фигура 6. Правила за управление на диалоговия компонент за правилото от Фиг. 2.

За улеснение на потребителите на FIRA има вградени визуализации на междинните резултатите (Фигура 7).

```

% displays the indexes
action report_indexes ;
do write ('D/E Ratio: ') and write (d_e) and nl and
write ('Financial Leverage: ') and write (fi_le) and nl and
write ('Current Ratio: ') and write (cu_ra) and nl and
write ('Quick Ratio: ') and write (qu_ra) and nl and
write ('Immediate Liquidity: ') and write (im_li) and nl and
write ('ICR: ') and write (icr) and nl and
write ('OCF Ratio: ') and write (ocf) and nl and
write ('Free Cash Flow: ') and write (fcf_p) and nl.

action report_rframe ;
do write ('de_ratio: ') and
write (de_ratio of rframe_financial_stability) and nl and
write ('financial_leverage_ratio: ') and
write (financial_leverage_ratio of rframe_financial_stability) and nl and
write ('current_ratio: ') and
write (current_ratio of rframe_financial_stability) and nl and
write ('quick_ratio: ') and
write (quick_ratio of rframe_financial_stability) and nl and
write ('immediate_liquidity: ') and
write (immediate_liquidity of rframe_financial_stability) and nl and
write ('interest_coverage_ratio: ') and
write (interest_coverage_ratio of rframe_financial_stability) and nl and
write ('operating_cash_flow_ratio: ') and
write (operating_cash_flow_ratio of rframe_financial_stability) and nl and
write ('free_cash_flow: ') and
write (free_cash_flow of rframe_financial_stability) and nl.

```

Фигура 7. Визуализиране на конкретен елемент от индексното пространство

По аналогичен начин се изграждат и останалите размерности на трите пространства.

Машина за извод - при стартиране на FIRA веднага се активира машината за извод, както е показано на Фигура 8. Машината за извод може да бъде управлявана да работи в различни режими. В стандартния режим на работа на FIRA машината за извод активира първото намерено подходящо правило. След обработката на правилото то се отстранява от множеството на правилата, налични за последващо разглеждане и селектиране.

Машината за извод взаимодейства с останалите компоненти на FIRA. Така например (както беше обяснено по-горе), ако при активиране на правилото `determine_de_ratio` параметрите `equity` и `foreign capital` са непознати в базата знания, тогава машината за извод активира диалоговия компонент и изисква от потребителя те да бъдат въведени.

```

/*
*****
* STARTUP AND INFERENCE ENGINE          *
* =====                              *
* Rules to startup the system           *
* and of the inference engine.         *
*****
*/

relation system_banner
    if write('Expert Financial Risk Assessment') .

% start by typing either 'run' or 'start'
action run;
    do start .

action start;
    do restart
    and invoke ruleset risk_rules
    and write('Expert Financial Risk Assessment') and nl
    and write('=====') and nl and nl
    and write('1. Report Index Space') and nl
    and write('-----') and nl
    and report_indexes and nl and nl
    and write('2. Report Interval Space') and nl
    and write('-----') and nl
    and report_rframe and nl
    and write('3. Explain Risk') and nl
    and write('-----') and nl
    and report_values .

ruleset risk_rules
    contains all rules ;
    update ruleset by removing each selected rule .

```

Фигура 8. Машина за извод

Фреймова структура и обяснителен компонент. Фреймите в изкуствения интелект са структури за представяне на знания, използвани за моделиране на стереотипни ситуации, обекти или концепции. Те могат да се използват за йерархична организация на знания. В системата FIRA се използват два фрейма. Първият *rframe_financial_stability* съдържа междинни стойности за състоянието на осемте индекса за разглежданата фирма. В началото всяко едно състояние се инициализира като *unknown* (Фигура 9).

Вторият фрейм *rframe_explanation* подпомага обяснителния компонент на системата.

```

/*
*****
* FRAME STRUCTURE *
* ===== *
* Operative frames and explanation. *
*****
*/

% definition of the frame supporting the risk "financial stability"
frame rframe_financial_stability ;
    default de_ratio is unknown and
    default financial_leverage_ratio is unknown and
    default current_ratio is unknown and
    default quick_ratio is unknown and
    default immediate_liquidity is unknown and
    default interest_coverage_ratio is unknown and
    default operating_cash_flow_ratio is unknown and
    default free_cash_flow is unknown .

frame rframe_explanation ;
    default general is unknown and
    default interpretation is unknown and
    default assessment is unknown and
    default risk is unknown and
    default strategy is unknown .

```

Фигура 9. Използваната фреймова структура

Обяснителен компонент. Ролята на този компонент е да представи разбираеми за потребителите вида на финансовия риск за оценяваната фирма (Фигура 10) и кратко обяснение на идентифицирания риск (Фигура 11).

```

% displays the final state of play
action report_values ;
    do write ('General: ')
    and write (general of rframe_explanation) and nl
    and write ('Interpretation: ')
    and write (interpretation of rframe_explanation) and nl
    and write ('Assessment: ')
    and write (assessment of rframe_explanation) and nl
    and write ('Risk: ')
    and write (risk of rframe_explanation) and nl
    and write ('Strategy: ')
    and write (strategy of rframe_explanation) and nl and nl.

```

Фигура 10. Подготовка на обяснение

```

/*
*****
* RISK ASSESSMENT *
* ===== *
* Rules to risk assessment. *
*****
*/

rule risk_assessment_optimal
if de_ratio of rframe_financial_stability is optimal and
financial_leverage_ratio of rframe_financial_stability is optimal and
current_ratio of rframe_financial_stability is optimal and
quick_ratio of rframe_financial_stability is optimal and
immediate_liquidity of rframe_financial_stability is optimal and
interest_coverage_ratio of rframe_financial_stability is optimal and
operating_cash_flow_ratio of rframe_financial_stability is optimal and
free_cash_flow of rframe_financial_stability is optimal
then general of rframe_explanation becomes 'Best (optimal) combination - high financial stability.' and
interpretation of rframe_explanation becomes 'Debt supports growth without jeopardizing solvency, liquidity covers at least one production cycle,
assessment of rframe_explanation becomes 'Optimal financial situation.' and
risk of rframe_explanation becomes 'Minimal.' and
strategy of rframe_explanation becomes 'Expansion, innovation, long-term investments.' .

```

Фигура 11. Оценка и класификация на рисковете

4.4 Тестване и валидация

За тестване на прототипа са избрани 5 представителни примера (за всеки вид риск по един) на реални фирми с известни финансови резултати и съответни оценки на риска. Входните параметри и индексите на тези тестови примери са обобщени на Таблица 8.

Таблица 8. Входни параметри и индекси на тестовите примери

1		Минимален	Нисък	Умерен	Висок	Критичен
2	Собствен капитал	3300	4200	2700	2100	1000
3	Привлечен капитал	2600	1700	3200	3800	4900
4	Общо задължения	2700	1800	3300	3900	5000
5	Общо активи	6000	6000	6000	6000	6000
6	Краткотрайни активи	2600	2750	2700	2700	3000
7	Краткосрочни задължения	1130	917	1421	2000	3500
8	Материални запаси	1300	700	1500	1500	1800
9	Парични средства	340	550	350	300	300
10	ЕВИТ	700	500	550	600	80
11	Разходи за лихви	200	100	250	400	100
12	Паричен поток от оперативна дейност	2034	2568	1705	1800	200
13	Свободен паричен поток	600	1250	400	150	-200
14	Общо приходи	5000	5000	5000	5000	5000
15						
16						
17	D/E Ratio:	0.79	0.40	1.19	1.81	4.90
18	Financial Leverage / Debt Ratio	0.45	0.30	0.55	0.65	0.83
19	Current Ratio:	2.30	3.00	1.90	1.35	0.86
20	Quick Ratio:	1.15	2.24	0.84	0.60	0.34
21	Immediate Liquidity:	0.30	0.60	0.25	0.15	0.09
22	ICR:	3.50	5.00	2.20	1.50	0.80
23	OCF Ratio:	1.80	2.80	1.20	0.90	0.06
24	Free Cash Flow:	12%	25%	8%	3%	-4%

Първи пример. Първият пример е на фирма с минимален финансов риск. На Фигура 12 са представени резултатите от FIRA. В справката, генерирана от системата, са представени конфигурациите на index and interval spaces. Тази комбинация от показатели описва балансирано и умерено растящо земеделско стопанство, при което се съчетава добра финансова устойчивост с по-активно използване на заемни средства за развитие. Задлъжнялостта е по-висока, но контролирана, а ликвидността остава на здравословни нива, без излишно натрупване на неработещ капитал.

```
| ?- run.
Expert Financial Risk Assessment
=====

1. Report Index Space
-----
D/E Ratio: 7.8787878787878e-1
Financial Leverage: 0.45
Current Ratio: 2.300884955752212
Quick Ratio: 1.150442477876106
Immediate Liquidity: 3.008849557522124e-1
ICR: 3.5
OCF Ratio: 1.8
Free Cash Flow: 12

2. Report Interval Space
-----
de_ratio: optimal
financial_leverage_ratio: optimal
current_ratio: optimal
quick_ratio: optimal
immediate_liquidity: optimal
interest_coverage_ratio: optimal
operating_cash_flow_ratio: optimal
free_cash_flow: optimal

3. Explain Risk
-----
General: Best (optimal) combination - high financial stability.
Interpretation: Debt supports growth without jeopardizing solvency, liquidity covers at least one production cycle, cash flows ensure self-financing of dig
Assessment: Optimal financial situation.
Risk: Minimal.
Strategy: Expansion, innovation, long-term investments.

yes
```

Фигура 12. Резултати на фирма с минимален финансов риск

Втори пример. На Фигура 13 са представени резултатите от анализ на финансовия риск за реално съществуваща втора фирма. В справката, генерирана от системата, са представени конфигурациите на index and interval spaces. Тази комбинация от показатели описва силно стабилно и консервативно земеделско стопанство, с ниска задлъжнялост, висока ликвидност и много добри парични потоци, което го прави устойчиво на климатични и пазарни шокове. Фирмата разполага с достатъчни резерви за покриване на текущи задължения и неблагоприятни сезони, като рискът от неплатежоспособност е минимален.

```
Expert Financial Risk Assessment
=====

1. Report Index Space
-----
D/E Ratio: 4.047619047619048e-1
Financial Leverage: 0.3
Current Ratio: 2.998909487459106
Quick Ratio: 2.235550708833152
Immediate Liquidity: 5.997818974918212e-1
ICR: 5
OCF Ratio: 2.800436205016358
Free Cash Flow: 25

2. Report Interval Space
-----
de_ratio: conservative
financial_leverage_ratio: conservative
current_ratio: conservative
quick_ratio: conservative
immediate_liquidity: conservative
interest_coverage_ratio: conservative
operating_cash_flow_ratio: conservative
free_cash_flow: conservative

3. Explain Risk
-----
General: Good but conservative combination - high stability, lower efficiency.
Interpretation: Low debt and high liquidity buffer, weak leverage effect, likely underinvestment in smart technologies.
Assessment: Financially stable but inefficient.
Risk: Low.
Strategy: Controlled increase in investment activity.
```

Фигура 13. Резултати на фирма с нисък финансов риск

Трети пример. Третиот пример е на фирма с умерен финансов риск. На Фигура 14 са представени резултатите от FIRA. В справката, генерирана от системата, са представени конфигурациите на index and interval spaces. Тази комбинация от показатели описва агресивно и бързо растящо земеделско стопанство, при което се използва значителен дял заемно финансиране за разширяване на дейността и повишаване на доходността. Задлъжнялостта е висока, а ликвидността е оптимизирана до по-ниски нива, което означава ефективно използване на капитала, но и ограничен буфер при неблагоприятни ситуации.

```
| ?- run.  
Expert Financial Risk Assessment  
=====
```

1. Report Index Space

D/E Ratio: 1.185185185185185
Financial Leverage: 0.55
Current Ratio: 1.900070372976777
Quick Ratio: 0.844475721323012
Immediate Liquidity: 2.463054187192118e-1
ICR: 2.2
OCF Ratio: 1.199859254046446
Free Cash Flow: 8

2. Report Interval Space

de_ratio: balanced
financial_leverage_ratio: balanced
current_ratio: balanced
quick_ratio: balanced
immediate_liquidity: balanced
interest_coverage_ratio: balanced
operating_cash_flow_ratio: balanced
free_cash_flow: balanced

3. Explain Risk

General: Intermediate (balanced) combination - moderate resistance.
Interpretation: Tolerable financial risk, liquidity is sensitive to seasonal fluctuations, limited but available capacity for technological investments.
Assessment: Satisfactory financial condition.
Risk: Moderate.
Strategy: Optimization of cash flows and costs.

yes

Фигура 14. Резултати на фирма с умерен финансов риск

Четвърти пример. Четвъртият пример е на фирма с висок финансов риск. На Фигура 15 са представени резултатите от FIRA. В справката, генерирана от системата, са представени конфигурациите на index and interval spaces. Тази комбинация от показатели описва силно задлъжняло и високорисково земеделско стопанство, при което растежът е постигнат чрез агресивно използване на външно финансиране. Ликвидността е ниска, а буферите за покриване на краткосрочни задължения са ограничени, което поставя фирмата в уязвима позиция при неблагоприятни условия.

```
| ?- run.
Expert Financial Risk Assessment
=====

1. Report Index Space
-----
D/E Ratio: 1.80952380952381
Financial Leverage: 0.65
Current Ratio: 1.35
Quick Ratio: 0.6
Immediate Liquidity: 0.15
ICR: 1.5
OCF Ratio: 0.9
Free Cash Flow: 3

2. Report Interval Space
-----
de_ratio: risky
financial_leverage_ratio: risky
current_ratio: risky
quick_ratio: risky
immediate_liquidity: risky
interest_coverage_ratio: risky
operating_cash_flow_ratio: risky
free_cash_flow: risky

3. Explain Risk
-----
General: Risk combination - financial vulnerability.
Interpretation: Increased indebtedness, dependence on current revenues, limited capacity to service investment debt.
Assessment: High risk.
Risk: ????.
Strategy: Debt restructuring, investment restrictions.

yes
```

Фигура 15. Резултати на фирма с висок финансов риск

Петти пример. Петият пример е на фирма с критичен финансов риск. На Фигура 16 са представени резултатите от FIRA. В справката, генерирана от системата, са представени конфигурациите на index and interval spaces. Тази комбинация от показатели описва критично финансово нестабилно земеделско стопанство, което е в състояние на висока вероятност за ликвидна криза и потенциална неплатежоспособност. Задлъжнялостта е изключително висока, а ликвидността е под минимално безопасните нива, което означава, че текущите активи са недостатъчни за покриване на краткосрочните задължения. Оптимизация на разходите, продажба на ненужни активи и временно ограничаване на инвестиционната дейност, с цел предотвратяване на фалит и възстановяване на ликвидността.

```
| ?- run.
Expert Financial Risk Assessment
=====

1. Report Index Space
-----
D/E Ratio: 4.9
Financial Leverage: 8.33333333333334e-1
Current Ratio: 8.571428571428571e-1
Quick Ratio: 3.428571428571429e-1
Immediate Liquidity: 8.571428571428572e-2
ICR: 0.8
OCF Ratio: 5.714285714285714e-2
Free Cash Flow: -4

2. Report Interval Space
-----
de_ratio: worst
financial_leverage_ratio: worst
current_ratio: worst
quick_ratio: worst
immediate_liquidity: worst
interest_coverage_ratio: worst
operating_cash_flow_ratio: worst
free_cash_flow: worst

3. Explain Risk
-----
General: Worst combination - financial instability/crisis.
Interpretation: High debt + low liquidity, inability to service interest, negative free cash flow.
Assessment: Financial crisis.
Risk: Critical.
Strategy: Emergency financial intervention, refinancing or recovery plan.

yes
```

Фигура 16. Резултати на фирма с критичен финансов риск

Основни резултати от изследването

В резултат на проведеното изследване са постигнати следните основни резултати:

- анализирани са съвременните подходи за управление на финансовия риск в земеделието;
- идентифицирани са основните ограничения на съществуващите системи;
- разработен е математически модел за оценка на риска;
- създадена е архитектура на система за анализ на финансов риск;
- реализиран е прототип на система, интегрирана в платформа за интелигентно земеделие.

Заклучение

Настоящият дисертационен труд разглежда актуален и значим научен проблем, свързан с управлението на финансовия риск в условията на интелигентно земеделие. В резултат на изследването е разработен интегриран подход, който комбинира теоретични, математически и технологични решения.

Предложената система допринася за подобряване на анализа и управлението на финансовия риск чрез използване на съвременни информационни технологии и интеграция на данни от различни източници.

Получените резултати могат да бъдат използвани както в научни изследвания, така и в практиката на земеделските производители, финансовите институции и държавните органи.

Научни и научно-приложни приноси

I. Научни приноси

1. Разработване на интегрирана концептуална рамка за финансов риск в интелигентното земеделие

Предложена е системна концепция, която обединява финансови, аграрни и климатични фактори в единна аналитична рамка. Този подход преодолява ограниченията на традиционните модели, които разглеждат рисковете изолирано, и позволява по-пълно и реалистично описание на рисковата среда.

2. Систематизация и разширяване на класификациите на финансовите рискове в аграрния сектор

Разработена е многокритериална класификация на рисковете, която включва нови признаци като степен на предвидимост, времеви хоризонт и възможност за застрахователно покритие. Това допринася за по-прецизно моделиране и анализ на рисковите процеси.

3. Създаване на математически модел за идентификация и оценка на финансов риск

Предложен е формален модел, базиран на параметрично представяне и индексна оценка на риска. Моделът позволява количествена оценка и класификация на рисковите състояния, като същевременно осигурява гъвкавост и адаптивност при различни условия.

4. Формализиране на процедура за класификация на рисковите състояния

Дефинирани са правила и алгоритми за класифициране на стопанствата в различни категории риск, което създава основа за автоматизирано вземане на решения и намаляване на субективността при оценката.

II. Научно-приложни приноси

1. Разработване на архитектура на система за идентификация на финансов риск

Предложена е модулна архитектура, позволяваща интеграция на различни източници на данни и лесно разширяване на функционалността. Архитектурата е съобразена със съвременните изисквания за интелигентни информационни системи.

2. Адаптация на събитийния модел на платформата ЗЕМЕЛА

Осъществена е адаптация на съществуващ събитийно-ориентиран модел за нуждите на финансовия риск, което демонстрира възможността за разширяване на аграрни платформи с финансови функционалности.

3. Реализация на прототип на система за анализ на финансов риск

Създаден е работещ прототип, който реализира предложените модели и алгоритми. Системата демонстрира практическата приложимост на разработения подход.

4. Разработване на механизъм за визуализация и интерпретация на резултатите

Създадени са средства за представяне на резултатите в удобен за потребителя вид, което подпомага вземането на управленски решения.

5. Демонстриране на приложимостта на системата в реална среда

Чрез тестови сценарии е показано, че системата може да се използва за оценка на финансовия риск в земеделски стопанства и да подпомага както производители, така и финансови институции.

Публикации по темата на дисертационния труд

1. Krasteva, I., Glushkova, T., Todorov, T., Designing a Blockchain-Based Model for Lifelong Learning Certification, September 2025, DOI: 10.1109/InfoTech67177.2025.11175956, Conference: 2025 International Conference on Information Technologies (InfoTech-2025), Proceedings, 11-12 September 2024, Bulgaria
2. Todorov, T., Tabakova-Komsalova, V., Tsheresharov, S., Stoyanov, S., Modeling Financial Risks in Smart Agriculture, 13th International Conference on Intelligent Systems (IS'26)

Благодарности

Изказвам сърдечна благодарност и признателност на научния си ръководител проф. д-р Станимир Стоянов за всеотдайността във всяка ситуация, идеите, ценните съвети и доверието в мен при разработването на настоящия дисертационен труд.

Изразявам признателност към проф. д-р Ася Стоянова-Дойчева и доц. д-р Венета Табакова-Комсалова за съдържателните препоръки, консултации и съдействие.

Благодаря на научното жури за времето, отделено за преглед и оценка на настоящия дисертационен труд.

Благодаря на членовете на катедра „Компютърни системи“ за коментарите и бележките по време на предварителното обсъждане на дисертационния труд.

Благодаря на семейството ми за търпението, подкрепата и вярата в мен.

Библиография

- [1] *Managing Risk in Agriculture: Policy Assessment and Design*. (2011). doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264116146-en>
- [2]] Yang, Zhengliang, Xiaoxue Du, Liang Lu, and Hernan Tejada. (2022). Price and Volatility Transmissions among Natural Gas, Fertilizer, and Corn Markets: A Revisit. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(2). doi:<https://doi.org/10.3390/jrfm15020091>
- [3] Harwood, Joy L. & Heifner, Richard G. & Coble, Keith H. & Perry, Janet E. & Somwaru, Agapi. (1999). *Managing Risk in Farming: Concepts, Research, and Analysis*. *Agricultural Economic Reports*. doi:10.22004/ag.econ.34081
- [4] Kristina Yuzva Clement, W.J. Wouter Botzen, Roy Brouwer, Jeroen C.J.H. Aerts. (2018). A global review of the impact of basis risk on the functioning of and demand for index insurance. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 845-853. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.01.001>
- [5] Nature-related Financial Risks: a Conceptual Framework to guide Action by Central Banks and Supervisors. (н.д.). (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD)) Извлечено от <https://tnfd.global/knowledge-bank/nature-related-financial-risks-a-conceptual-framework-to-guide-action-by-central-banks-and-supervisors-2/>
- [6] Insurance and Risk Management Tools for Agriculture in the EU. (23 10 2025 г.). (Фонд мениджър на финансови инструменти в България“ ЕАД (ФМФИБ)) Изтеглено на 10 11 2025 г. от <https://www.fmfb.bg/bg/knowledgehub/document/208/overview>
- [7] Lichtenberg, Erik & Iglesias, Eva. (2022). Index insurance and basis risk: A reconsideration. *Journal of Development Economics*, Elsevier, 158. doi:10.1016/j.jdeveco.2022.102883
- [8] Stanimir Stoyanov, Jordan Todorov, Ivan Stoyanov, Veneta Tabakova-Komsalova, Lubka Doukowska. (2021). ZEMELA – An Intelligent Agriculture Platform. *Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering – BdKCSE'2021*, doi:10.1109/BdKCSE53180.2021.9627248
- [9] S. Stoyanov, M. Kumurdjieva, V. Tabakova-Komsalova and L. Doukowska. (2023). Using LLMs in Cyber-Physical Systems for Agriculture - ZEMELA. *International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE)*, Sofia, Bulgaria. doi:10.1109/BdKCSE59280.2023.10339738
- [10] Lam, J. (2014). *Enterprise Risk Management: From Incentives to Controls* (2 изд.). John Wiley & Sons. Извлечено от <https://www.wiley.com/en-us/Enterprise+Risk+Management%3A+From+Incentives+to+Controls%2C+2nd+Edition-p-9781118836477>
- [11] Bachev, H. (2012). Risk Management in Agrarian Sector. *Bulgarian Journal of Agricultural Economics and Management*, 57(4), 11-36. Извлечено от <https://agriacad.eu/ojs/index.php/bjaem/article/view/3650>
- [12] Harizanova-Bartos, H., Stoyanova, Z. (2023). Risk Management in Agriculture: Lesson from Bulgaria. (M. D. Bilgin, Ред.) *Eurasian Business and Economics Perspectives*. EBES 2022.

Eurasian Studies in Business and Economics , 25. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-36286-6_10

[13] S. Stoyanov, J. Todorov, I. Stoyanov, V. Tabakova-Komsalova, L. Doukovska and A. Dukovski. (2021). ZEMELA - An Intelligent Agriculture Platform. Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE) (стр. 1-6). IEEE Xplore. doi:doi: 10.1109/BdKCSE53

[14] R. Shalfield, C. Spenser, B. D. Steel, A. Westwood. (2021). Flex Expert System Toolkit, 2021. Logic Programming Associates Ltd