



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ  
ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И  
КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ



---

# ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА ПРОЦЕСИТЕ В БАНКОВОТО ДЕЛО

**Славияна Стоилова Данаилова-Велева**

## ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

*Научна област: 4. Природни науки, математика и информатика*

*Професионално направление: 4.6. Информатика и компютърни науки*

*Докторантска програма: 01.01.12. Информатика*

**Научен ръководител:**

**Чл.-кор. Любка Атанасова Дуковска**

**София, 2022 г.**

# СЪДЪРЖАНИЕ

<b>Увод</b>	4
<b>1. Глава</b>	10
<b>Обзор на интелигентните методи за анализ на сложни процеси</b>	
1.1. Компютърна интелигентност	17
1.2. Основни подходи в компютърната интелигентност	17
1.3. Интелигентни системи	19
1.4. Интуиционистки размити множества	22
1.4.1. Дефиниция на ИРМ	22
1.4.2. Операции и релации над ИРМ	23
1.4.3. Геометрична интерпертация	24
1.4.4. Оператори на ИРМ	25
1.5. Индексирани матрици	28
1.6. Метод на интеркритериалния анализ	30
<b>2. Глава</b>	34
<b>Анализ на процесите в банковото дело</b>	
2.1. Възникване на банките	35
2.2. История на банковото дело в България	36
2.3. Новите технологии и развитието на банковото дело в света	37
2.4. Анализ на процесите на финансиране на бизнеса в Европа	40
2.5. Анализ на процесите на регулация на банките в Европа	41
2.6. Изисквания за отчетност на банките в Европа	43

2.7. Анализ на конкурентоспособността на икономиките в света	48
<b>3. Глава</b>	<b>57</b>
<b>    Експериментални резултати от прилагането на интелигентни методи     за анализ на процесите в банковото дело</b>	
3.1. Анализ на финансовата система на страните членки на ЕС	57
3.2. Анализ на дейността на участниците във финансовата система на страните членки на ЕС	63
3.3. Анализ на финансовите показатели на страни членки на ЕС за 2020	68
3.4. Сравнителен анализ на финансовите показатели на страни членки на ЕС за периода 2020-2021	79
3.5. Интелигентни техники за анализ на бази от знания и тяхното приложение	91
<b>Заключение</b>	<b>94</b>
<b>Насоки за бъдещи изследвания</b>	<b>96</b>
<b>Публикации по темата на дисертационния труд</b>	<b>97</b>
<b>Декларация за оригиналност на резултатите</b>	<b>98</b>
<b>Библиография</b>	<b>99</b>

## УВОД

Понятието „Изкуствен интелект“ (ИИ) възниква в средата на миналия век. За основоположник на теорията за изкуствения интелект се счита математикът Алън Тюринг. През 1950 г. той създава известния тест Imitation game – Тест на Тюринг за изкуствения интелект. Посредством този тест се идентифицира интелигентността на машините. До 1955 г. не е имало единен термин, който да обхваща невронните мрежи и естествения език. За създател на термина изкуствен интелект се счита проф. Джон Маккарти от Дортмундския колеж, САЩ. На проведената през 1956 г. конференция, под негово ръководство в Дортмунд, САЩ се обсъжда изкуствения интелект, неговото развитие и потенциалните области за изследване, [11].

През следващите години тенденцията в развитието на изкуствения интелект не е била постоянно нагоре. През 70-те години на миналия век настъпва застой в неговото развитие. То е следствие на неоправдани очаквания и прекъснато финансиране на проучванията. След това темата за изкуствения интелект се завръща в научните среди под формата на „експертни системи“. Това е представлявало програми, които отговарят на въпроси и решават проблеми в различни области. В края на 80-те години и началото на 90-те изкуственият интелект преживява нов застой. Отново е почти спряно финансирането на проучванията. В следващите години се случват редица събития, които показват значимостта на изкуствения интелект и променят тенденцията в неговото развитие.

В банковото дело изкуствения интелект заема важна роля. Той се използва за обслужване на клиенти, за защита от измами и не на последно място за анализ на данни, за решения за инвестиции и за управление на рисковете. По този начин управляващите кредитните институции се опитват да намерят най-добрите решения и да извлекат по-високи печалби.

Все повече банки използват чатботове и дигитални лични банкери. Посредством тях клиентите на банката получават анализи и предложения за решения и инвестиции.

Споделянето на данни създава предпоставки за развитието на бизнес модели, основани и анализиращи масиви от данни и по този начин се стимулира развитието на цифровата икономика.

В практиката за Изкуствения интелект се използват най-различни термини. Сред тях са „умни“, „интелигентни“, „предсказуеми“ и „когнитивни“. Софтуерът за изкуствен интелект има най-различно приложение в редица области.

В наши дни той се използва и за анализиране на данни и вземане на решения, вследствие на обработка на голяма база данни, които са сложни и трудни за хората. По този начин той е част от управленския процес, например в областта на финансите. Посредством изкуствения интелект се обработват данни, анализират се процеси, оценява се риска и се предлагат интелигентни решения.

Резултатите от последното глобално проучване на института McKinsey относно изкуствения интелект показват, че използването му продължава да расте и че ползите остават значителни, особено в годините от пандемията COVID-19. Тъй като използването на изкуствения интелект от бизнеса става все по-разпространено, инструментите и най-добрите практики за извличане на максимума от него също стават по-сложни.

Изследователите на института McKinsey, разглеждат практиките на компаниите, които виждат най-голямо увеличение на печалбите от използването на изкуствен интелект, и откриват, че те не само следват повече както основните, така и напредналите практики, включително операции с машинно обучение (MLOps), които са в основата на успеха, но също така харчат по-ефективно за изкуствен интелект и облачните технологии. Освен това, те са по-склонни от други организации да се ангажират с набор от дейности за смекчаване на рисковете,

свързани с ИИ – област, която продължава да бъде недостатък за усилията на много компании за ИИ. Участниците в проучването твърдят, че 27% от техните приходи преди лихви и такси (ЕБИТ) се дължат на изкуствения интелект, като нарастват с 22% за една година, [133].

Наред с развитието и все по-широкото използване на изкуствения интелект, се говори и за потенциалните рискове от използването му. На европейско ниво, Европейската комисия публикува редица документи и стратегии относно изкуствения интелект. Тя публикува и официална дефиниция за изкуствен интелект през 2018 г. Под „изкуствен интелект“ се разбират системи, които показват интелигентно поведение, като анализират своята среда и — с известна степен на самостоятелност — предприемат действия за постигане на конкретни цели. На практика ежедневно използваме ИИ, например за да блокираме достъпа на нежелана поща до електронната си пощенска кутия или за да разговаряме с цифрови помощници.

Нарасналата изчислителната мощ, наличието на данни и напредъкът на алгоритмите превърнаха ИИ в една от най-важните технологии на 21-ви век, [78].

През 2020 г. ЕК публикува т.нар. „Бяла книга относно изкуствения интелект - европейски подход към високи постижения и доверие“. Признавайки голямото значение на изкуствения интелект за развитието на различни области от нашия живот, комисията изразява загриженост по отношение на някои потенциални рискове като, непрозрачно вземане на решения, основана на пола или други видове дискриминация, намеса в личния ни живот или използване за престъпни цели.

Банките в своята дейност използват вътрешни модели за изчисляване на минималните капиталови изисквания, за оценка на кредитния риск, за оценка на операционния риск и за оценка на пазарните рискове. Това са статистически модели, които банките могат да използват, за да определят колко капитал им е необходим. Колкото повече рискове поема една банка, толкова повече капитал

трябва да поддържа. Правилата за банките в ЕС изискват те да поддържат достатъчно капитал, за да покрият неочаквани загуби, обусловени от рисковете в портфейлите им. Това се нарича „изискване за капиталова адекватност“. Когато измерва тези рискове, за да определи дали изпълнява изискването за капиталова адекватност, банката може да използва или

- стандартизиран подход, определен от регулаторните органи, или
- собствени вътрешни модели, които трябва да отговарят на конкретни условия – също определени от регулаторните органи.

Използването на такива модели става след одобрение от централната банка или от ЕЦБ. След задълбочена оценка на вътрешните модели на кредитната институция може да се разреши да използва модели за оценка на рисковете и изчисляване на минималните капиталови изисквания. Впоследствие от страна на надзорните органи се извършва текущо наблюдение на използваните модели, дали те продължават да отговарят на законовите изисквания, дали институцията използва добре разработените и актуални техники във вътрешните модели. Типичните дейности във връзка с текущото наблюдение на моделите включват, [76]:

- оценка доколко институцията спазва надзорните мерки, наложени с решения на ЕЦБ, както и дали съблюдава плановете за изпълнение и всякакви други наложени ѝ надзорни мерки, отнасящи се до модела;
- анализ на резултатите от валидирането на моделите на банката за вътрешен кредитен риск и за операционен риск, както и на резултатите от бек-тестове и динамични редове за вътрешни модели за пазарния риск;
- оценка на резултатите от годишния сравнителен анализ на ЕБО на вътрешните модели за пазарния риск и кредитния риск;
- оценка на несъществените промени и разширяване на обхвата на моделите.

Освен вътрешните модели за регулаторни цели, банките използват и други усъвършенствани методи за оценка на дейността си, за оценка на ефективността си и клиентската удовлетвореност.

Финансовите отчети на кредитните институции са обект на анализ и от външни потребители. Тяхната цел може да е свързана с бъдещо взаимодействие, с цел инвестиция или с цел доказване на някаква теза или оценка на разработен модел или анализ.

В настоящият дисертационен труд са анализирани финансови отчети и данни на кредитни институции от Европейския съюз, като е използван познатия вече на специалистите „интеркритериален анализ“. Посредством него се анализира масив от данни, показват се взаимовръзки, които на пръв поглед може да са невидими, научно обосновано се потвърждават очаквани взаимодействия.

Основен акцент в работа по дисертационния труд бе анализът на значителното многообразие на изследвания и съществуващи методи, които трябваше да определят подходите, методите и алгоритмите, приложими върху определени класове обекти. Основните усилия за постигане на търсените резултати бяха насочени към Интелигентни методи за анализ на процесите в банковото дело.

Настоящият дисертационен труд си поставя за цел **със средствата на съвременните методи от областта на интелигентните системи, да се анализират процесите в банковото дело.**

За постигането на така поставената цел, са формулирани следните задачи:

1. да се проведе критичен анализ на възможността за прилагане на многокритериалния метод за вземане на решения – „Интеркритериалния анализ“, при анализа на процесите в банковото дело;
2. да се приложат интелигентни техники за анализ на механизма на работа на финансовите институции в ЕС, според който функционира банковата система;



3. да се проведе анализ на дейността на участниците във финансовата система на страните членки на ЕС;
4. да се проведе анализ на финансовите показатели на страни членки на ЕС;
5. да се проведе сравнителен анализ на финансовите показатели на банките в страни членки на ЕС;
6. да се предложат интелигентни техники за анализ на бази от знания и тяхното приложение в практиката.

Постигнатите резултати от анализа на проведените изследвания са представени в реферирано научно издание от поредицата *Lecture Notes in Networks and Systems* на *Springer International Publishing* и в трудовете на няколко международни конференции, като – *10-th International Conference on Intelligent Systems - IS'20*, *International Symposium on Bioinformatics and Biomedicine - BioInfoMed'20*, *International Conference Automatics and Informatics - ICAI'21*, *11-th International Conference on Intelligent Systems - IS'22* и *International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets - IWIFSGN'22*.

Дисертационният труд е структуриран в увод, три глави и заключение, и се придружава от декларация за оригиналност на получените резултати и библиография.

Постигнати са оригинални резултати, свързани с изследвания от областта на интелигентните системи, като се ползват аналитични и експериментални модели.

Дисертационният труд е разработен с подкрепата на проект **№ КП-06-Н22/1**, **“Теоретични изследвания и приложения на интеркритериалния анализ”** и в рамките на **№ Д01-65/19.03.2021г.**, **Национална научна програма „Интелигентно растенивъдство“**.

# ПЪРВА ГЛАВА

## ОБЗОР НА ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА СЛОЖНИ ПРОЦЕСИ

Изкуственият интелект възниква като научна област през първото десетилетие след Втората световна война, [11]. Самият термин „изкуствен интелект” се появява по-късно. На историческия летен семинар в Дортмут (САЩ) през 1956 г., организиран от Джон Макарти (автор на програмния език LISP) терминът е възприет за първи път. Сред присъствалите на семинара са още девет водещи специалисти в областта, в това число Марвин Мински (с огромен принос в областта на невронните мрежи, фреймовите структури и теорията на представянето на знанията), Клод Шанон (автор на теорията на информацията), Ален Нюел и Херберт Саймън (създатели на първата компютърна програма, способна да доказва теореми, наречена „Логик-Теоретик”), Артур Самюел (написал първите програми за машинно самообучение).

Изкуственият интелект (ИИ) включва в себе си изследванията в различни научни области. Тези изследвания са фокусирани върху анализа на човешката интелигентност, прилагайки методите на следните науки - информатиката (computer science), математиката и инженерството. Човешката интелигентност е обект и на изключително широка област на изследванията от други научни дисциплини като неврофизиологията, психологията, лингвистиката, социологията и философията. Въздействие, което може да се определи като силно, върху развитието на изкуствения интелект оказват и паралелно развиващите се по това време и други области. Това са теорията на управлението и кибернетиката (особено след работите на Норберт Винер), теорията на игрите (на фон Нойман и Моргенщерн), изследването на операциите (на Белман) и теория на решението (на Леман). На последно място, доминиращо влияние върху ИИ има и бързо развиващата се компютърна техника, особено в областта на програмното обезпечаване, където се

създават операционните системи, езиците за програмиране, както и инструменталните средства, за написване на самите програми.

Две дефиниции са се наложили за това какво е ИИ. Причината е че, между водещите специалисти по света няма единно мнение по формулирането на изкуствения интелект като научна област. Това са следните определения:

„ИИ е част от информатиката, насочена към създаване на интелигентни компютърни системи, т.е. системи, които притежават характеристики, които ние асоциираме с интелигентността на човешкото мислене – разбиране на естествени езици, обучение, разсъждения, решаване на проблеми и т.н.” [36].

„ИИ е изкуство за създаване на машини, които изпълняват функции, изискващи интелигентност при тяхното изпълнение от хората”, [78].

Първата дефиниция е фокусирана върху това да посочва стремеж за подобие с определени страни на мисленето на човека. Втората дефиниция е фокусирана също върху подобие, но на рационалните действия на човека. Така развитието на изкуствения интелект показва, че водещите специалисти са търсили именно „подобие”, а не копиране на човешкия интелект. В потвърждение на това твърдение е стремежа към летенето, който се реализира едва когато братята Райт и други изследователи и инженери (Лилиентал, Жуковски) са престанали да копират летенето на птиците. Те са пристъпили към изучаването на аеродинамиката и са приложили съвсем друг подход (неподвижното крило и витлото).

В годините развитието на изкуствения интелект е изпълнена с периоди на големи надежди и на застои. Причини за това да не се развива само възходящо следствие както от нивото на получаваните резултати, така и от получаването на финансиране на изследванията, [76, 77]. Основните постижения на класическия изкуствен интелект са изброени по-долу:

Програмата Remote Agent на НАСА. Това е първата програма за автоматично и автономно планиране и съставяне на разписания за предстоящи действия на

космически кораби в далечния космос. Тя също така изпълнява и функции за детектиране, изолация, диагностика и отстраняване на неизправности по хода на тяхното възникване.

През 1997 г. програмата за игра на шах Deep Blue на IBM побеждава в мач със световния шампион Гари Каспаров с резултат 3,5:2,5. Каспаров е заявил, че е усещал срещу себе си „интелект от нов тип”. Стойността на акциите на IBM след мача е нараснала с 18 милиарда долара.

По време на кризата в Персийския залив през 1991 г., посредством използването на системата DART (Dynamic Analysis and Replanning) е направено автоматизирано изготвяне на планове за доставка и съставяне на графици за превозите едновременно за 50 000 автомобила. Посредством използването на методите за планиране, основаващи се на изкуствения интелект, е било възможно изчисленията да се извършат за няколко часа. При прилагането на старите методи, за тези изчисления биха били необходими няколко седмици.

Станфордския университет също е дал своя принос за развитието на ИИ. Легендарните му експертни системи Dendral и MYCIN демонстрират забележителни възможности за анализ и синтез на нови молекулни структури и диагностика на инфекциозни заболявания на кръвоносната система.

В света съществуват и множество компютърни програми за разбиране на естествен език, превод и решаване на задачи.

Това са само едни от най-ярките примери за практическите достижения на ИИ, до момента. Неговото стремглаво развитие продължава. Теоретичните резултати са още по-значителни. Те са свързани от една страна с използването на методи от математиката (напр. на математическата логика), теорията на оптимизацията, теорията на управлението, теорията на решенията, и от друга със създаването на нови методи които действат обратно върху споменатите вече научни дисциплини. С цел изучаване на моделите на избора на хората за начини за

решаване на проблеми, както и начини за постигане на желания резултат се прилага теорията на решенията. Тя е област, която включва концепциите и методите на математиката, статистиката, икономиката, управлението и психологията. Между голямото количество методи на изкуствения интелект могат да се посочат няколко, които имат основна важност за практическите приложения, [11, 88]:

1. Експертни системи, които са успешни, само ако се използват знания за специфичната област (domain knowledge), в противовес на първоначалните опити за общовалидно представяне на знанията.

2. Механизми за съждение, от които се получават точни или правдоподобни заключения на базата на смисловото съдържание на базата знание и използването на определена стратегия на търсене и логически операции (формална логика, приблизителни методи).

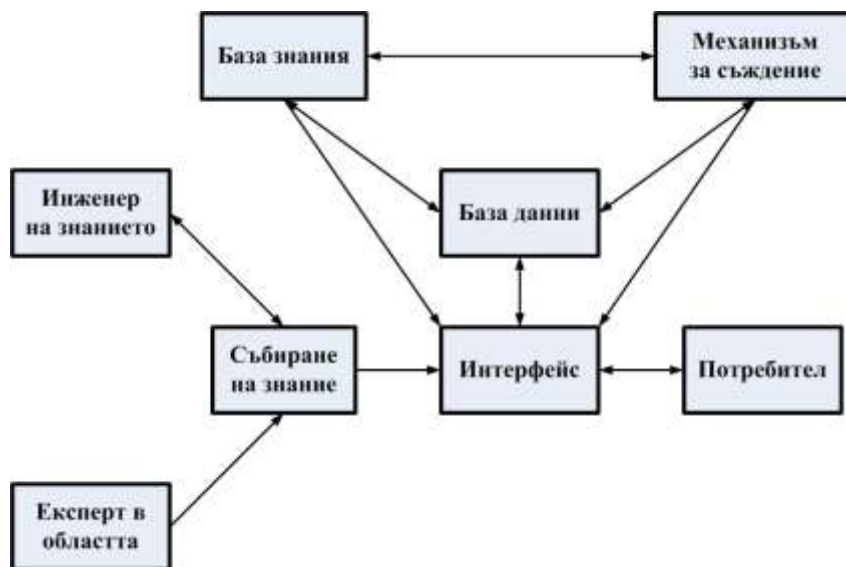
3. Разсъждения основаващи се на прецеденти (case-based reasoning или CBR), където се предполага, че при сходни ситуации се вземат и сходни решения.

4. Мениджмънт на знанието, в който се изгражда цялостна система за решаване на проблемите в конкретната област въз основа на голям обем от човешките знания и опит.

Такава система е показана на Фиг. 1.1. и съдържа следните основни елементи, [11]:

- База знания, представляваща експертна система.
- Механизъм за съждение, който управлява процесите на логическите изводи и умозаклученията в системата.
- База данни, в която е събрана и структурирана събраната информация, необходима за базата знание.
- Потребителски интерфейс.
- Интерфейс към базата данни.

Модул за събиране на знание, в което се изгражда структурирано знание въз основа на конкретните знания на експерта от съответната област и концептуалните знания и техники на инженера по знанието (knowledge engineer).



Фиг. 1.1. Принципна схема на система за мениджмънт на знанието

Критично важен момент за успеха на всяка система за мениджмънт на знанието е ефективното преобразуване на експертното знание за дадената област в общата база знание.

Сравнително късно - около 25 години след пионерните достижения споменати по-горе, индустрията започва да проявява нарастващ интерес към продуктите на изкуствения интелект. Това се случва около средата на 80-те години на миналия век. Причина за успех и пробива в интереса на реалния бизнес се дължи на следните фактори:

1. Разработва се софтуерна инфраструктура за приложение на изкуствения интелект в реалния свят. Тя преминава от създаване на по-малки към по-големи системи, а именно: от популярния продукт Level 5 Object за създаване на малки

експертни системи (с по-малко от 100 правила), през Nexpert Object, подходящ за по-големи експертни системи, до изглежда най-съвременния инструмент за създаване на експертни системи G2, получил широко разпространение по света. Този продукт не изисква специализирани знания по програмиране и когнитивно инженерство (инженерство на знанието).

2. Натрупва се знание за конкретните области на приложение, след като вече се събира, структурира и запазва. Това е важно за ефективното използване на фирменото „ноу-хау“ (know-how). В бизнеса се случват естествени процеси на пенсионирането на водещите специалисти или преместването им в друга организация. Това натрупано и съхранено знание е полезно както за експлоатационните специалисти, така и за разработчиците на експертни системи.

3. Развиват се възможности за интерпретация на поведението и решенията на експертната система. Тя може да дава обяснения (при поискване) за процеса на логическите изводи и основанията за дадените препоръки.

4. Разделят се знанията от механизма за съждения. Това достижение е много важно, тъй като позволява да се разработват стандартни рамки (“shell”) за експертните системи. Те от своя страна имат приложение в най-различни области.

В края на 80-те и началото на 90-те години на миналия век, популярността на приложенията на класическите методи на изкуствения интелект в промишлеността достига своя връх. С нарастването на броя на внедряване, се преминава от етапа на пионерния ентузиазъм, характеризиращ се с това да се покаже работоспособността на основните идеи и методи, към етапа на трезв анализ на основните три аспекта на приложението на изкуствения интелект – методически, инфраструктурни и свързани с хората. Проявяват се редица трудности и недостатъци на класическия изкуствен интелект. Тези трудности от методически характер, от инфраструктурен характер и такива свързани със самия човек ограничават широкото приложение на ИИ в редица области през последните 15 години.

Трудностите от методически характер са свързани основно със следните проблеми:

Сложно е да се достигне до пълнота, състоятелност и непротиворечивост на използваните правила. Трудно се установява и отстранява некоректното знание. Качествата на експерта са водещи при знанието под формата на правила. Допълнителни трудности възникват, когато трябва да се съгласуват мненията на няколко експерта. Постигането на консенсус, чрез осредняване понякога не е най-добрата работеща стратегия. Възможно един от експертите да е прав, а останалите – не.

Значителни затруднения предизвиква разширението на обхвата на експертната система, чрез нови правила и вътрешни отношения.

Класическите експертни системи се изграждат със статични правила. В тях няма вградени инструменти за обучение, които биха им позволили да се модифицират като автоматично добавят или отстраняват правила. Вследствие на това експертната система може да не реагира адекватно на промените в околната среда. Също така има ситуации в които променените операционни условия, изискват време операторите да направят опит и да формират свои правила. След това инженерите по знанието да ги въведат в експертната система. Прояват се и редица трудности от инфраструктурен характер:

Разработките имат висока цена. Дори с използване на съвременна рамка за експертна система от типа G2, времето за разработка отнема няколко месеца.

Висока цена на поддържането на експертните системи. Тя е следствие на необходимостта от използване на специалисти с най-висока квалификация. Цената за ежегодно поддържане на експертните системи е от порядъка на 250 000 –500 000 USD.

Често подценяваният човешки фактор е също източник на значителни трудности. Така например качеството на експертните системи се определя преди



всичко от качеството на техните бази знания. Самото събиране на знанията е сложна и противоречива процедура, тъй като най-добрите експерти са много заети и често не са склонни да предадат знанията си от съображения за престиж и сигурност за работното си място, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 39].

Въпреки високото научно ниво на теоретичните работи по ИИ, които все повече преминават към строги математически доказателства и се опират на сигурни експериментални данни, а не на интуиция [36], класическият изкуствен интелект, особено в приложната си област [40, 70, 71, 72, 73, 109], среща сериозна конкуренция в лицето на появилото се в последните години ново направление. То е приело названието „компютърна интелигентност” (computational intelligence), [36]. В него се прави опит да се преодолеят някои от недостатъците на класическия изкуствен интелект.

### **1.1. Компютърна интелигентност**

В последните две десетилетия постепенно се формира нова научна област, която получи названието „Компютърна интелигентност”, една от най- популярните дефиниции на компютърна интелигентност в съответните научни среди има следният вид:

„Компютърната интелигентност е методология, включваща изчисления, показващи възможности за обучение и/или за справяне с нова ситуация, такава, че системата се възприема като притежаваща един или повече атрибути от разсъждения, такива като обобщение, откриване, асоцииране и абстракция”, [36, 88].

### **1.2. Основни подходи в компютърната интелигентност**

Научните подходи, използвани в компютърната интелигентност, са еднакво

достъпни и за изкуствения интелект, но насоките и целите в развитието им се различават. Болшинството от тях имат корените си в класическия изкуствен интелект, но някои са самостоятелно появили се научни дисциплини.

Основните подходи в компютърната интелигентност са:

1. Размити системи;
2. Изкуствени невронни мрежи;
3. Метод на опорните вектори (Support Vector Machines);
4. Еволюционното изчисление;
5. Интелигентност на рояци (Swarm Intelligence);
6. Интелигентни агенти.

**Размитите системи** емулират неточния характер на човешкото познание. Те наподобяват приблизителните заключения на човек, използвайки размити термини, но по количествен начин. Това позволява в компютрите да се използва размита логика, което е много по- близко до реалния неопределен свят, отколкото точната логика.

**Невронните мрежи** са единият от основните методи за обучение в компютърната интелигентност. Полученото знание в невронните мрежи се представя с числените стойности на теглата в структурните връзки.

**Опорните вектори** представляват втория метод за обучение в компютърната интелигентност. Те са резултат на бързото развитие на статистическа теория на обучението. Основно предимство на този метод спрямо познатите статистически подходи е, че дава оптимален по сложност на структурата и точност резултат при ограничен брой данни. В метода на опорните вектори полученото знание се представя чрез най- информативните си елементи, наречени опорни вектори.

**Еволюционните изчисления** дават решение на сложен проблем с процедура,

подобна на естествената еволюция. На всеки етап на решението „оцеляват” само най- добрите в приетия смисъл екземпляри. Основни подходи тук са метода на генетичните алгоритми (GAs) и генетичното програмиране (GP).

**Интелигентността на рояци** използва преимуществата на колективното поведение на компютърно моделирани индивиди, имитирайки социалното поведение на животински колонии (мравки, риби, птици).

**Интелигентни агенти** – това са автономни софтуерни единици, имащи способности за самостоятелно формиране на поведение в динамично променяща се среда. Те ще бъдат третирани по-подробно в следващия раздел.

В [76] е приведена следната дефиниция на понятието „Приложна компютърна интелигентност”:

*„Приложната компютърна интелигентност е система от методи и инфраструктура, която разширява човешката интелигентност чрез обучение и разкриване на нови модели, отношения и структури в сложна динамична среда за целите на решаване на практически проблеми.”*

В заключение може да се каже, че **приложните методи на класическия изкуствен интелект използват човешкото знание, докато тези на компютърната интелигентност се опитват да създадат условия за ефективно взаимодействие между човек и компютър, което води до увеличаване на човешката интелигентност.**

### **1.3. Интелигентни системи**

„Интелигентни системи” е термин с широк и неприет еднозначно обхват. Списанието „Intelligent Systems” на най-голямата професионална организация в света - Институтът на инженерите по електротехника и електроника (Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE) има ориентация предимно към

информатиката, докато в многобройните международни научни форуми посветени на интелигентните системи, се наблюдава много по-широко схващане в посока на интердисциплинарност и мултидисциплинарност, [41, 42, 43, 59, 60, 61, 62, 75, 84, 96, 102, 103, 104, 120]. Влага се особен акцент в понятието „интелигентни” чието съдържание, съответства в голяма степен по смисъл и обхват на понятията и техниките, разгледани по-горе. Доминиращо значение тук обаче има терминът „системи”. Под система се разбира, както структурна характеристика (елементи, връзки, взаимодействия), така и конкретна реализация (в това число симулация). Примерите за интелигентни системи са изключително разнообразни: интелигентни системи за управление, интелигентни системи за вземане на решение, интелигентни роботизирани системи, интелигентни системи за обучение, интелигентни биоинспирирани системи, интелигентни виртуални предприятия и много други, [91, 92, 93, 94, 95, 110, 111, 115, 116].

В тази връзка, основен акцент в работа по дисертационния труд бе анализа на значителното многообразие на изследванията и съществуващите методи, които трябваше да определят целесъобразните подходи, методи и алгоритми, като да бъдат тествани върху определени класове обекти. Основните усилия за постигане на търсените резултати бяха насочени към различни елементи на цялостната процедура по избор на подходящи инструменти за провеждане на процедурите за оценка на изследваните системи – сравнителен анализ, избор и обосноваване на елементи от нея, оценка на техните силни страни и ограничения, перспективите за реализация в духа на световните тенденции.

В литературата съществуват редица математически средства за моделиране на биологични и медицински процеси. Голяма част от развитието на тези науки се дължи на използването на математически и статистически средства и подходи, както и подходи и методи от сферата на „изкуствения интелект”. Всеки реален процес фактически представлява съвкупност от отделни подпроцеси, които протичат паралелно във времето. Това до голяма степен затруднява разкриването на

закономерностите при функционирането на дадена биологична система. В тази връзка използването на математически средства за моделиране и в частност апарата на Обобщените мрежи (ОМ) [37, 49, 56, 98, 99, 100, 101, 118] се явява изключително адекватен и коректен метод. Обобщеномрежовото моделиране дава възможност за прецизно проследяване на всички параметри на подпроцесите при различни условия и моменти от време. Чрез моделирането на съвкупност от подпроцеси може да се получи богата информация за стойностите на различните параметри, свързани с тези процеси. Изграждането на модели на паралелните процеси, които протичат в човешкото тяло, позволява тяхното пълно и точно разбиране. От друга старана това води до възможността за навременно откриване на патологични и физиологични отклонения в нормалното функциониране на дадена система или част от човешкото тяло. Процеса на взимане на решение при дадено лечение и рехабилитационна програма е от ключово значение за благоприятния изход, в тази насока конструирането и симулирането на различни модели позволява да се направят оценки на състоянието, прогнози за критични моменти или ситуации, да се планира лечебния процес и необходимата материална база. През годините апаратът на ОМ е бил използван за моделиране на редица биологични процеси. Като най-значим пример в тази област може да се даде моделирането на човешкото тяло и отделните му системи, [44].

В настоящият дисертационен труд ще се използва и един наскоро дефиниран нов подход за подпомагане вземането на решения, наречен „интеркритериален анализ“. При него от масиви от данни, получени чрез измерването на много обекти по много критерии, за всяка двойка критерии се изчисляват корелациите между тях във вид на интуиционистки размити двойки от стойности в интервала  $[0, 1]$ . Подходът отчита ефекта от неопределеността, дава възможност за работа с масиви с липсващи данни, и работи както с числа, така и с лингвистични променливи с въведена наредба. Интеркритериалният анализ намира приложение при задачи, в които измерването по някои от критериите е по-бавно или по-скъпо, което на свой

ред забавя или оскъпява целия процес на вземане на решения. При такива проблеми е нужен метод за обосновано елиминиране на тези критерии и така да се постигне икономия и ефективност.

#### 1.4. Интуиционистки размити множества

Теорията на размитите множества (PM) е дефинирана от Lotfi Aliasker Zadeh през 1965 г. като математически апарат за адекватно описание на неточността и неопределеността в природата [121, 122]. Доказателство за нарастващия интерес към тях са дефинираните в последствие разширения: L-PM (L-Fuzzy Sets) на Joseph Goguen [68], PM с интервални стойности (Interval Valued Fuzzy Sets) на Marian Gorzalczany [69], “груби” (грапави) множества (Rough Sets) на Zdzislaw Pawlak [87] и Интуиционистки Размити Множества (ИРМ) на Красимир Атанасов [14, 15, 16, 17, 21, 22, 23].

##### 1.4.1. Дефиниция на ИРМ

$A$  представлява интуиционистки размито множество (ИРМ), чието описание има следния вид, [16]:

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle / x \in E \},$$

където  $E$  е фиксирано множество, функцията  $\mu_A: E \rightarrow [0,1]$  задава съответната степен на принадлежност, а функцията  $\nu_A: E \rightarrow [0,1]$  - съответната степен на непринадлежност на елемента  $x \in E$  към множеството  $A \subseteq E$  и за всяко  $x \in E$  е изпълнено:

$$0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1.$$

Функцията  $\pi_A$  се описва с математическия израз:

$$\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x),$$

който задава степента на неопределеност на принадлежността на елемента  $x \in E$  към множеството  $A$ . Очевидно, РМ е частен случай на ИРМ при  $\pi_A(x) = 0$  за всяко  $x \in E$ .

### 1.4.2. Операции и релации над ИРМ

Операциите и релациите, дефинирани за интуиционистките размити множества са обобщение на операциите и релациите за размити множества, [15, 17].

Нека  $A$  и  $B$  да са две ИРМ над един и същ универсум  $E$ . За тях могат да бъдат дефинирани:

$$A \subseteq B \text{ iff } (\forall x \in E)(\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \& \nu_A(x) \geq \nu_B(x))$$

$$A = B \text{ iff } (\forall x \in E)(\mu_A(x) = \mu_B(x) \& \nu_A(x) = \nu_B(x))$$

$$\bar{A} = \left\{ \left\langle x, \nu_A(x), \mu_A(x) \right\rangle / x \in E \right\}$$

$$A \cap B = \left\{ \left\langle x, \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \max(\nu_A(x), \nu_B(x)) \right\rangle / x \in E \right\}$$

$$A \cup B = \left\{ \left\langle x, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \min(\nu_A(x), \nu_B(x)) \right\rangle / x \in E \right\}$$

$$A + B = \left\{ \left\langle x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x), \nu_A(x)\nu_B(x) \right\rangle / x \in E \right\}$$

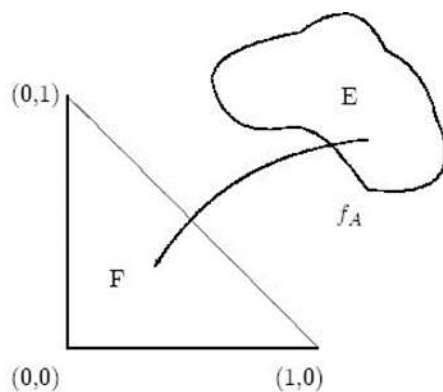
$$A \cdot B = \left\{ \left\langle x, \mu_A(x)\mu_B(x), \nu_A(x) + \nu_B(x) - \nu_A(x)\nu_B(x) \right\rangle / x \in E \right\}$$

$$A @ B = \left\{ \left\langle x, \frac{(\mu_A(x) + \mu_B(x))}{2}, \frac{(\nu_A(x) + \nu_B(x))}{2} \right\rangle / x \in E \right\}$$

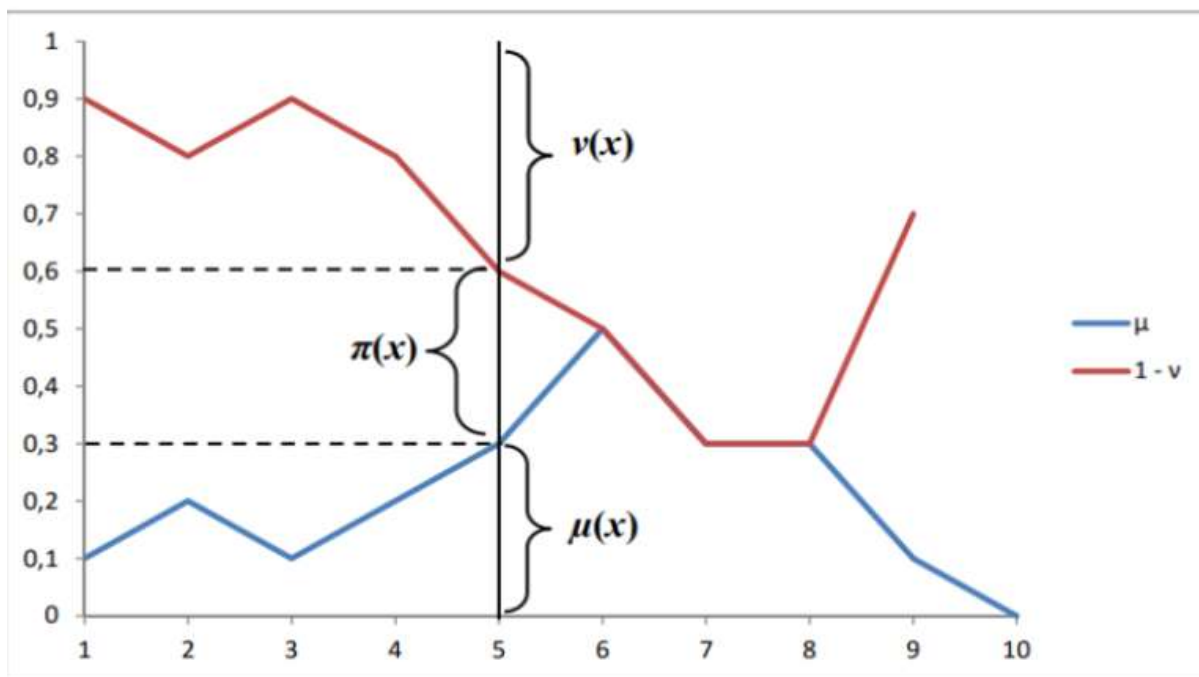
$$A \$ B = \left\{ \left\langle x, \sqrt{\mu_A(x)\mu_B(x)}, \sqrt{\nu_A(x)\nu_B(x)} \right\rangle / x \in E \right\}$$

$$A * B = \left\{ \left\langle x, \frac{\mu_A(x) + \mu_B(x)}{2 \cdot (\mu_A(x)\mu_B(x) + 1)}, \frac{\nu_A(x) + \nu_B(x)}{2 \cdot (\nu_A(x)\nu_B(x) + 1)} \right\rangle / x \in E \right\}$$

### 1.4.3. Геометрична интерпретация



Фиг. 1.2. Геометрична интерпретация на елемент от ИРМ



Фиг. 1.3. Геометрична интерпретация на ИРМ



#### 1.4.4. Оператори над ИРМ

В теорията на ИРМ са дефинирани операторите “необходимо” ( $\square$ ) и “възможно” ( $\diamond$ ), които преобразуват ИРМ в РМ, [17].

На Фиг. 1.3 са изобразени геометрични интерпретации на елементи от множества, породени от гореизброените оператори.

Операторът  $X$  е дефиниран така, че включва като частни случаи всички гореизброени оператора.

$$\square A = \{ \langle x, \mu_A(x), 1 - \mu_A(x) \rangle / x \in E \}$$

$$\diamond A = \{ \langle x, 1 - \nu_A(x), \nu_A(x) \rangle / x \in E \}$$

Операторът  $D_\alpha$ , където  $\alpha \in [0,1]$  е фиксирано число, е разширение на двата оператора  $\square$  и  $\diamond$ , което също преобразува ИРМ в РМ:

$$D_\alpha(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha \pi_A(x), \nu_A(x) + (1 - \alpha) \pi_A(x) \rangle / x \in E \}$$

Връзката между  $D_\alpha$  и операторите  $\square$  и  $\diamond$  е следната:

$$D_0(A) = \square A$$

$$D_1(A) = \diamond A$$

Дефинирани са и следните оператори, които променят степените на принадлежност и непринадлежност на елементите от множеството  $A$ :

$$F_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha \pi_A(x), \nu_A(x) + \beta \pi_A(x) \rangle / x \in E \}$$

$$G_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x), \beta \nu_A(x) \rangle / x \in E \}$$

$$H_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x), \nu_A(x) + \beta \pi_A(x) \rangle / x \in E \}$$

$$J_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha \pi_A(x), \beta \nu_A(x) \rangle / x \in E \}$$

$$H_{\alpha,\beta}^*(A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x), \nu_A(x) + \beta (1 - \alpha \mu_A(x) - \nu_A(x)) \rangle / x \in E \}$$

$$J_{\alpha,\beta}^*(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha (1 - \mu_A(x) - \beta \nu_A(x)), \beta \nu_A(x) \rangle / x \in E \}$$

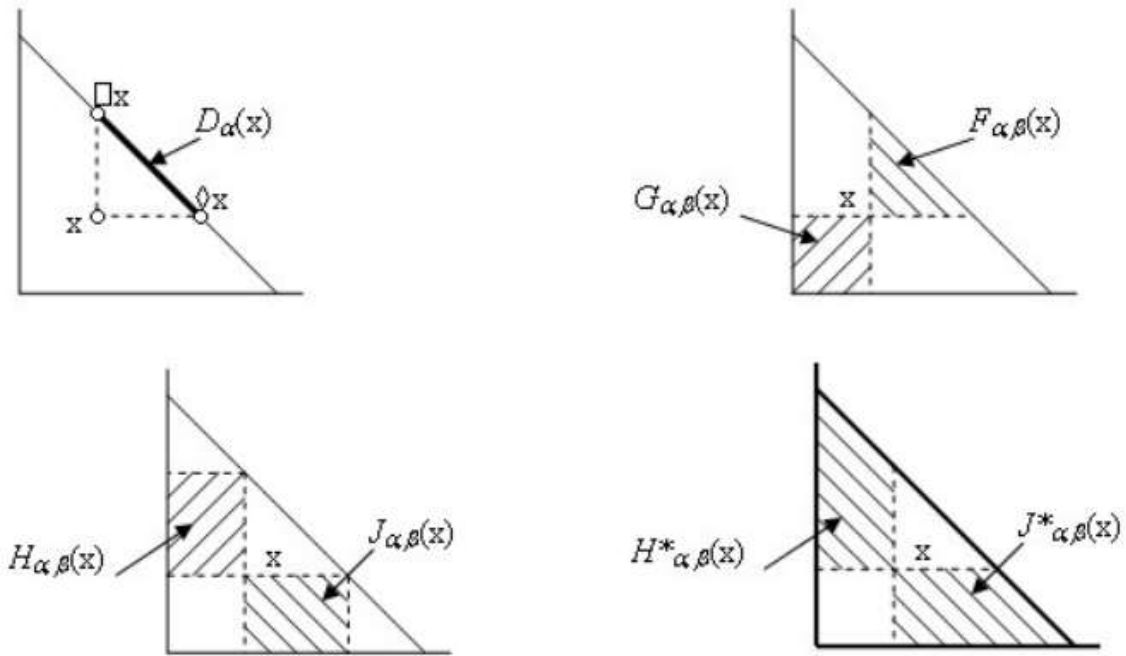
$$X_{a,b,c,d,e,f}(A) = \{ \langle x, \alpha \cdot \mu_A(x) + b \cdot (1 - \mu_A(x) - c \cdot \nu_A(x)), \\ d \cdot \nu_A(x) + e \cdot (1 - f \cdot \mu_A(x) - \nu_A(x)) \rangle \mid x \in E \},$$

където  $a, b, c, d, e, f \in E$  и:

$$a + e - e \cdot f \leq 1,$$

$$b + d - b \cdot c \leq 1$$

$$b + e \leq 1$$



Фиг.1.4. Геометрична интерпретация на оператори над ИРМ

Останалите оператора се представят чрез  $X$  по следния начин:

$$\begin{aligned}
\Box A &= X_{1,0,r,1,1,1}(A), \\
\Diamond A &= X_{1,1,1,1,0,r}(A), \\
D_a(A) &= X_{1,a,1,1,1-a,1}(A), \\
F_{a,b}(A) &= X_{1,a,1,1,b,1}(A), \\
G_{a,b}(A) &= X_{a,0,r,b,0,r}(A), \\
H_{a,b}(A) &= X_{a,0,r,1,b,1}(A), \\
H_{a,b}^*(A) &= X_{a,0,r,b,0,a}(A), \\
J_{a,b}(A) &= X_{1,a,1,b,0,r}(A), \\
J_{a,b}^*(A) &= X_{1,a,b,b,0,r}(A),
\end{aligned}$$

Където  $r$  е произволно реално число в интервала  $[0, 1]$ .

В [15] е доказано, че обобщеният модален оператор  $X_{a,b,c,d,e,f}$  може да трансформира всяка точка в интуиционистки размития интерпретационен триъгълник до всяка друга негова точка. Продължение на направените изследвания е представено в [16], където е дефинирано понятието  $(\varepsilon, \eta)$ -околност, основните му свойства, и е предложена нова метрика за интуиционистки размит интерпретационен триъгълник. В [17] е дефинирана (локална) разделимост на интуиционистки размитите множества относно определени точки от универсума.

В [24] е предложена нова, интегрална модификация на топологичния оператор „теглови център“, дефиниран над дадено интуиционистки размит множество. В [12] са дефинирани и изучени три топологични оператора, съответно два за интуиционистки размита интерпретация на сходни интегрални оператори, дефинирани над размити множества с интервални стойности от тип 2, и един, чрез който определен участък в интуиционистки размития интерпретационен триъгълник да бъде разтеглен до цял (нов) интуиционистки размит интерпретационен триъгълник.

В [22] е дефиниран нов тип модален оператор и са анализирани основните му свойства. В [23] е дефинирано ново разстояние между две интуиционистки размити множества.

През 1983 г. със започването на първите изследвания, свързани с интуиционистки размитите множества, е положено и началото на концепцията на интуиционистки размитите двойки.

Наредената двойка  $\langle a, b \rangle$  се нарича интуиционистки размита двойка, тогава и само тогава, когато  $a, b \in [0, 1]$  и  $a + b \leq 1$  [16]. Дефинициите на всички операции, релации и оператори, дефинирани над интуиционистки размитите двойки в продължение на вече 30 години и са отразени в [19, 30, 38, 79, 85, 97, 108, 119].

### 1.5. Индексирани матрици

В практиката често възникват т.нар. многокритериални задачи за вземане на решение (ВР). Разнородни и разнообразни могат да бъдат както критериите, така и наличните данни, получени чрез измерването или оценяването на обектите спрямо критериите. Понякога измерването или оценяването по някои от критериите може да се окаже бавно, скъпо, ресурсоемко и т.н. В такива случаи за лицето вземащо решение, (ЛВР) ще е от съществена полза да могат да се пренебрегнат при бъдещото вземане на решение всички или част от тези „неблагоприятни“ критерии без съществена загуба на точност. За целта би било от полза да се установи достатъчно висока и предвидима корелация между посочените „неблагоприятни“ критерии и други измежду множеството критерии, които са по-бързи, по-евтини и по-лесни за измерване или оценяване. Предполага се, че пренебрегването (без съществена загуба на точност) на една част от критериите при ВР, на база установена корелация между тези и други критерии, може да доведе до съществено ускоряване или поевтиняване на цялостния процес на ВР, което винаги е благоприятно, а в определени случаи може да бъде жизненоважно.

Понятието Индексирана Матрица (ИМ) е въведено през 1984 г. от Красимир Атанасов в [12]. През последните 25 години някои от техните свойства са били изучени, но основно са използвани като допълнителен инструмент за описването на преходите на Обобщените мрежи (ОМ) [18, 19, 20], интуиционистки размити релации и графи с крайни върхове [85], и като цяло в някои алгоритми за взимане на решение [21]. През последните 30 години някои от техните свойства са изследвани и обобщени в книгата на Красимир Атанасов "Towards an Augmented Matrix Calculus", [13]. В [21] са разширени и обобщени съществуващите видове индексирани матрици, операциите с тях, и са изследвани някои техни свойства, особености и приложения.

Нека  $I$  да бъде определено множество от индекси и  $R$  да бъде множеството на реалните числа. Чрез индексирана матрица с множества от индекси  $K$  и  $L$  ( $K, L \subset I$ ) ще отбележим:

$$\left[ K, L, \{a_{k_i, l_j}\} \right] \equiv \begin{array}{c|cccc} & l_1 & l_2 & \dots & l_n \\ \hline k_1 & a_{k_1, l_1} & a_{k_1, l_2} & \dots & a_{k_1, l_n} \\ k_2 & a_{k_2, l_1} & a_{k_2, l_2} & \dots & a_{k_2, l_n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_m & a_{k_m, l_1} & a_{k_m, l_2} & \dots & a_{k_m, l_n} \end{array} \quad (11)$$

където  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ ,  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ , за  $1 \leq i \leq m$ , и  $1 \leq j \leq n$ :  $a_{k_i, l_j} \in R$ .

За индексирани матрици (ИМ)  $A = [K, L, \{a_{k_i, l_j}\}]$ ,  $B = [P, Q, \{b_{p_r, q_s}\}]$  дефинираните операции за събиране и умножение са аналогични на обичайните матрични операции, както и на други специфични операции.

## 1.6. Метод на интеркритериалния анализ

Методът на интеркритериалния анализ е въведен в [24]. Той се базира на два математически формализма - апарата на индексирани матрици за обработка на масиви от данни с различни размерности, и интуиционистки размитите множества като математически инструмент за третиране на неопределеността.

Нека  $M$  е индексирана матрица, конструирана по следния начин:

$$M = \begin{array}{c|cccccc} & O_1 & \dots & O_k & \dots & O_l & \dots & O_n \\ \hline C_1 & a_{C_1, O_1} & \dots & a_{C_1, O_k} & \dots & a_{C_1, O_l} & \dots & a_{C_1, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_i & a_{C_i, O_1} & \dots & a_{C_i, O_k} & \dots & a_{C_i, O_l} & \dots & a_{C_i, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_j & a_{C_j, O_1} & \dots & a_{C_j, O_k} & \dots & a_{C_j, O_l} & \dots & a_{C_j, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_m & a_{C_m, O_1} & \dots & a_{C_m, O_k} & \dots & a_{C_m, O_l} & \dots & a_{C_m, O_n} \end{array} \quad (12)$$

където за всяко  $p, q$  ( $1 \leq p \leq m, 1 \leq q \leq n$ ):

- $C_p$  е критерий;
- $O_q$  е обект;
- $a_{C_p, O_q}$  е оценката на  $q$ -тия обект срещу  $p$ -тия критерий.

Всяка такава оценка се определя като реално число или друг обект, който е съизмерим спрямо релация  $R$  с останалите  $a$ -обекти, така че за всяко  $i, k, l$  е определена  $R(a_{C_i, O_k}, a_{C_i, O_l})$ . Нека  $\bar{R}$  е дуалната релация на  $R$  в смисъл, че ако  $R$  е удовлетворена, то  $\bar{R}$  не е удовлетворена и обратно. Например, ако  $R$  е релацията „<“, то тогава  $\bar{R}$  е релацията „>“ и обратно.

Нека  $S_{i,j}^{\mu}$  е броят на случаите, в които  $R(a_{C_i, O_k}, a_{C_i, O_l})$  и  $R(a_{C_j, O_k}, a_{C_j, O_l})$  са удовлетворени едновременно. Нека  $S_{i,j}^{\nu}$  е броят на случаите, в които  $R(a_{C_i, O_k}, a_{C_i, O_l})$  и  $\bar{R}(a_{C_j, O_k}, a_{C_j, O_l})$  са удовлетворени едновременно.

Тъй като общият брой сравнения по двойки между обектите е  $\frac{n(n-1)}{2}$ , може да се види, че:

$$S_{i,j}^{\mu} + S_{i,j}^{\nu} \leq \frac{n(n-1)}{2} \quad (13)$$

За всяко  $i, j$ , такива че  $1 \leq i < j \leq m$ , и за  $n \geq 2$  определяме :

$$\mu_{C_i, C_j} = 2 \frac{S_{i,j}^{\mu}}{n(n-1)}, \quad \nu_{C_i, C_j} = 2 \frac{S_{i,j}^{\nu}}{n(n-1)} \quad (14)$$

За всеки два критерия  $C_i$  и  $C_j$  тези две стойности могат да се използват за конструиране на интуиционистки размита двойка  $\langle \mu_{C_i, C_j}, \nu_{C_i, C_j} \rangle$ . Тази двойка играе роля на интуиционистки размита оценка на връзката между двата критерия.

Матрицата  $M$  може да се трансформира в друга индексирана матрица  $M^*$ , която показва взаимовръзките между всички критерии:

$$M^* = \begin{array}{c|ccc} & C_1 & \dots & C_q \\ \hline C_1 & \langle \mu_{C_1, C_1}, \nu_{C_1, C_1} \rangle & \dots & \langle \mu_{C_1, C_q}, \nu_{C_1, C_q} \rangle \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_q & \langle \mu_{C_q, C_1}, \nu_{C_q, C_1} \rangle & \dots & \langle \mu_{C_q, C_q}, \nu_{C_q, C_q} \rangle \end{array} \quad (15)$$

Последната стъпка на алгоритъма е да се определи между двойките критерии.

Нека  $\alpha, \beta \in [0; 1]$  да са такива числа, че  $\alpha + \beta \leq 1$ . За двата критерия  $C_k$  и  $C_l$  ще

казваме, че са в:

- $(\alpha, \beta)$  - положителен консонанс, ако  $\mu_{C_i, C_j} > \alpha$  и  $\nu_{C_i, C_j} < \beta$ ;
- $(\alpha, \beta)$  - отрицателен консонанс, ако  $\mu_{C_i, C_j} < \beta$  и  $\nu_{C_i, C_j} > \alpha$ ;
- $(\alpha, \beta)$  - дисонанс, в противен случай.

По-детайлно, според представената по-долу таблица корелациите между критериите се наричат „силен позитивен консонанс“, „позитивен консонанс“, „слаб позитивен консонанс“, „слаб дисонанс“, „дисонанс“, „силен дисонанс“, „слаб негативен консонанс“, „негативен консонанс“ или „силно негативен консонанс“.

<i>Степен на корелация</i>	<i>Тип консонанс</i>
[0; 0,05]	Силен негативен консонанс
[0,05; 0,15)	Негативен консонанс
[0,15; 0,25)	Слаб негативен консонанс
[0,25; 0,33)	Слаб дисонанс
[0,33; 0,43)	Дисонанс
[0,43; 0,57)	Силен дисонанс
[0,57; 0,67)	Дисонанс
[0,67; 0,75)	Слаб дисонанс
[0,75; 0,85)	Слаб позитивен консонанс
[0,85; 0,95)	Позитивен консонанс
[0,95; 1]	Силен позитивен консонанс

*Таблица 1.1. Корелации между критериите*

Ако всяка оценка  $a_{C_p O_q}$  е интуиционистки размиа двойка от формата  $\langle \alpha_{C_p, O_q}, \beta_{C_p, O_q} \rangle$ , тогава методът на интеркритериалния анализ може да се приложи по подобен начин.



Нека  $\langle a, b \rangle$  и  $\langle c, d \rangle$  да бъдат две интуиционистки размити двойки. Между тях могат да се определят следните отношения:

$$\langle a, b \rangle \leq \langle c, d \rangle \text{ iff } a \leq c \text{ и } b \geq d,$$

$$\langle a, b \rangle \geq \langle c, d \rangle \text{ iff } a \geq c \text{ и } b \leq d,$$

$$\langle a, b \rangle < \langle c, d \rangle \text{ iff } a \leq c \text{ и } b > d \text{ или } a < c \text{ и } b \geq d \text{ или } a < c \text{ и } b > d,$$

$$\langle a, b \rangle > \langle c, d \rangle \text{ iff } a \geq c \text{ и } b < d \text{ или } a > c \text{ и } b \leq d \text{ или } a > c \text{ и } b < d,$$

$$\langle a, b \rangle = \langle c, d \rangle \text{ iff } a = c \text{ и } b = d.$$

Получената индексирана матрица има същата форма.

В [29, 30] е описан математическият формализъм, стоящ зад идеята на интеркритериалния анализ. Представени са формули за определяне на двете интуиционистки размити степени в интуиционистки размитите оценки на близост между отделните изучавани критерии и са дискутират се различни скали за определяне на корелациите между двойките критерии. В [79] тези изследвания продължават с интерпретирането на интуиционистки размитите двойки едновременно по степента  $\mu$  на принадлежност и степента  $\nu$  на непринадлежност в рамките на интерпретационния триъгълник. В [25] се разглежда обхождането на резултатите от приложението на интеркритериалния анализ във варианта с интерпретацията им в интерпретационния триъгълник.

Понастоящем в термините на интеркритериалния анализ се описват проблеми от различни проблемни области: приложения в различни области от икономиката и промишлеността [26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 74, 86, 123-128], приложения в метаевристичните техники [51, 79], приложения в невронните мрежи [107] и много други.

## **ВТОРА ГЛАВА**

### **АНАЛИЗ НА ПРОЦЕСИТЕ В БАНКОВОТО ДЕЛО**

Търсенето и разработването на нови, интелигентните методи за анализ на процесите в банковото дело е актуален научен проблем. Актуалността му се определя от променената икономическа среда, от необходимостта на бързо развитие и дигитализация на банковите услуги и най-вече на точни анализи на процесите в кредитните институции, на рисковете на които са изложени и на тълкуването на данни и оценка, на тяхното управление.

Понятието финансова система във финансите включва – институции, активи и пазари. Основната функция на финансовата система е предоставянето и заемането на финансов ресурс. Европейската финансова система се състои от финансовите системи на отделните страни. Най-общо в нея участници са Европейската централна банка, Националните централни банки, кредитните институции, регулаторни и надзорни органи, застрахователните институции, пенсионните фондове, пазара на ценни книжа и други, [63].

Кредитните институции са основния елемент от финансовата система. Те са посредникът между тези които предлагат свободен финансов ресурс и тези, които търсят такъв ресурс.

Банковото дело е най-разпространената законова форма на предоставяне на финансови услуги. То е събирателен термин за дейността на централните банки, търговските банки, инвестиционните институции и други.

Банките и банковото дело имат дълга история. Възникнали преди векове, те продължават да се развиват и да работят, да подкрепят развитието на икономиката на дадена страна.

## 2.1. Възникване на банките

Банките са възникнали в древността, в първите градове-държави. Една от първите банкови системи е тази във Вавилон, възникнала преди около 2000 години. Древните Вавилонски храмове натрупали пари от дарения и започнали да ги предоставят в заем на предприемачи [83].

През 1792 г. пр.н.е. до около 1750 г. пр.н.е цар на Вавилон е Хамураби. Известен е неговия Законник или Кодекс, в който на академски върху черен базалт, той описва правни текстове, сред които са описани и взаимоотношенията между кредитор и длъжник. Закон 100 постановява, че изплащането на заем от длъжник към кредитор трябва да бъде по график, с дата на падеж, посочена в писмени договорни условия. Закон 122 постановява, че вложителят на злато, сребро или друго имущество трябва да представи всички предмети и подписан договор за поръчителство на нотариус, преди да депозира предметите при банкер, а Закон 123 постановява, че банкерът се освобождава от всякаква отговорност по договора за гаранция, ако нотариусът отрече съществуването на договора. Закон 124 постановява, че вложител с нотариално заверен договор за поръчителство има право да изкупи целия си депозит, а Закон 125 постановява, че банкерът е отговорен за депозити, и трябва да ги замени ако са откраднати, докато са били в негово притежание, [117].

Банките в съвременното звучене на думата са възникнали в богатите градове-държави по времето на Ренесанса. През 12-14 в. в Генуа, Флоренция и Венеция вследствие на развитието на международната търговия се създават банките с цел да обменят валутите, а впоследствие и да предоставят заеми срещу лихва, [7].

Една от банките създадени по това време, все още е действаща. Това е банка – „Монте дел Паски ди Сиена“ създадена през 1472 г. в гр. Сиена, близо до гр. Флоренция, Италия. Най-старата централна банка в света е Шведската централна банка, създадена през 1668 г. Швеция е и първата страна в Европа която печати

банкноти.

Историческото развитие на банките преминава през различни етапи в зависимост от развитието на държавите и техните икономики. Банките винаги са били в помощ на населението и са предоставяли търсените услуги. Привличайки ресурс, те го предоставят на тези които търсят финансиране.

## **2.2. История на банковото дело в България**

Създаването на банките и развитието на банковото дело в България е обусловено от нейното историческо развитие. До Освобождението на България не са съществували български банки. Страната ни преди това е била част от банковата система на Турската империя. Създадената през 1857 г. Отоманска банка е имала представителства в България, но не може да се приеме за първа българска банка.

През 1859 г. в България се прави опит за създаване на банки, под формата на общополезни каси. След Освобождението те функционират като аграрни каси, подпомагащи селските стопани и така поставят началото на банковото дело в България. Първата българска банка е създадената през 1879 г. Българска народна банка (БНБ). Първоначално тя не е имала право да сече монети, да печати и пуска пари в обръщение. По-късно с промяна в устава ѝ през 1885 г., тя вече има това право и издава първите български банкноти. БНБ играе важна роля в икономическия живот на страната. Тя е централна банка на България и от 2007 г., след приемането на България за част от Европейския съюз, БНБ става част от системата на Европейските централни банки.

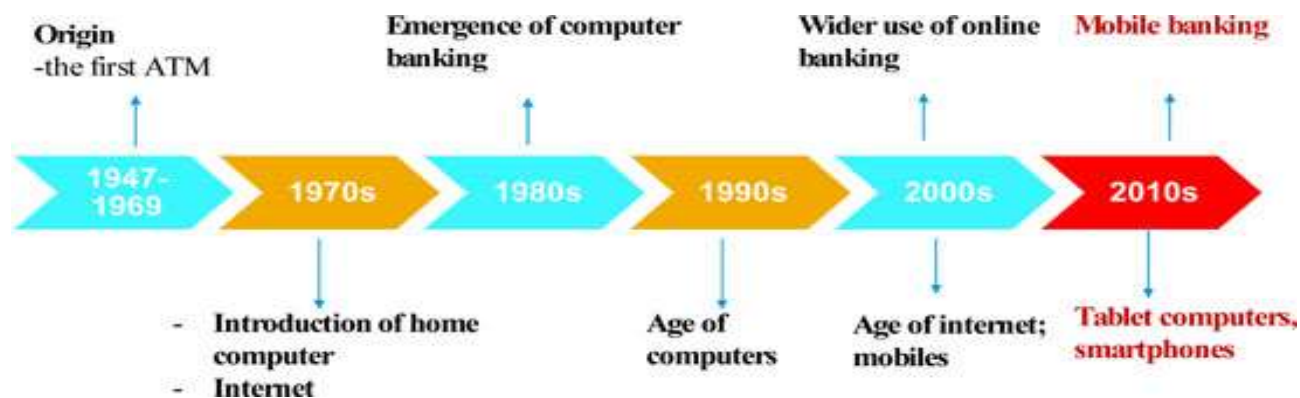
За първа частна банка в България се счита основаната през 1881 г., в гр. Русе банка Гирдап – акционерно спестително дружество. Тя работи активно до 1922 г., когато БНБ закрива сметката ѝ и започва процедура по ликвидация на банката. Причина за фалита на банката е конфликт на интереси и раздадени много кредити на акционерите ѝ. Банката е ликвидирана през 1930 г.

По-известна банка в България е Българска търговска банка - БТБ. Създадената през 1885 г., с официално седалище гр. Русе. Сред основните ѝ акционери е била френската банка Банк дьо Пари и Пеи ба. БТБ е по-известна като банката на братя Бурови. Банката е подпомагала износа на селскостопанска продукция от България. Имала е кореспондентски отношения с Дрезднер банк, с Дойче банк и с италианската Банка Комерциале. През 1947 г. банката е национализирана.

Моделът, който е възприет от българската банкова система е възприемания като немски модел. Банките са универсални. Докато при другия познат модел-англо-саксонският банките са разделени в своята дейност на търговски и инвестиционни.

### 2.3. Новите технологии и развитието на банковото дело в света

На Фиг. 2.1. са представени най-важните моменти в развитието на цифровите технологии в областта на финансите, [82].



Фиг. 2.1. История на цифровите технологии

Електронното банкиране започва с появата на АТМ – банкоматите и дебитните карти през 60-те години на 20 век. Посредством тях потребителите могат да получават пари в брой, да правят депозити да плащат комунални сметки и др.

Най-значимо събитие в развитието на банките през 20 век е появата на онлайн банкирането, което в най-ранните си форми е от 80-те години на миналия век. Най-голям тласък в неговото развитие е появата на интернет в средата на 90-те години.

Появява се и *банкиране от дома*. Тази финансова иновация позволява на банковите клиенти да извършват определени банкови операции, като преводи без да напускат дома си.

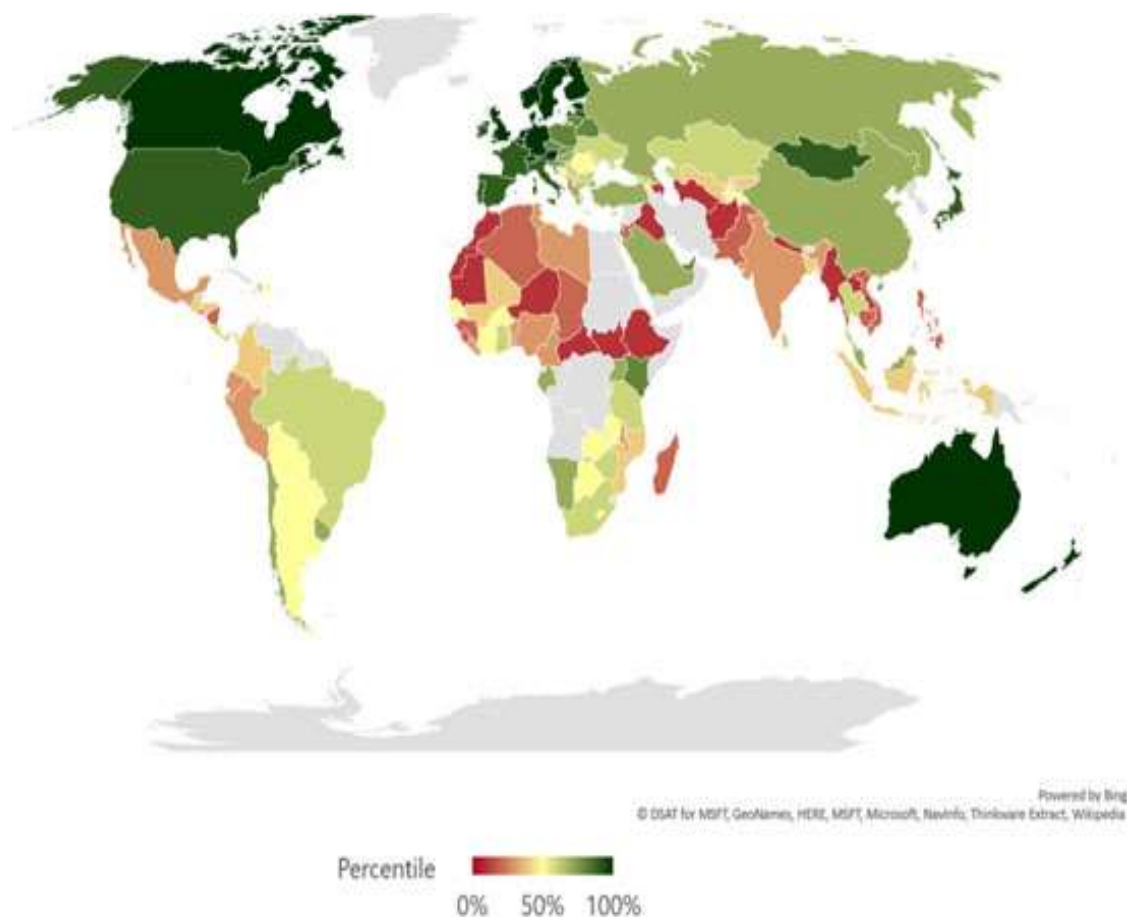
Една от първите напълно функциониращи директни банки в света е First Direct, която стартира телефонното банкиране в Обединеното кралство на 1 октомври 1989 г. Дъщерно дружество на тогавашната Midland Bank, тя е пионер в концепциите за банкиране без клонове и 24-часово обслужване на клиенти чрез кол център . Комерсиализацията на Интернет в началото на 90-те години на миналия век, беше най-големият двигател в създаването на модели за директно банкиране. Тъй като интернет стана по-широко достъпен, традиционните банки се опитаха да намалят оперативните разходи, като предлагат услуги за интернет банкиране.

В същото време се появиха само интернет банки или „виртуални банки“. Тези банки нямаха традиционна банкова инфраструктура, като клонова мрежа, благодарение на това те спестяваха разходи, което им позволяваше да предлагат спестовни сметки с по-високи лихвени проценти и заеми с по-ниски лихвени проценти от повечето традиционни банки. Виртуалните банки биха могли да работят практически от един компютър и сървър без значителна друга инфраструктура. „През 1995 г. „Секюрити Фърст Нетуърк Банка“ намираща се в Атланта , притежавана от „Роял Банк ъф Канада“ става първата виртуална банка в САЩ, предлагаща набор от банкови услуги по интернет – проверка на сметки и

спестовни депозити, издаване на дебитни карти и т.н. [67].

Въпреки това развитие, виртуалните банки все още не могат да изместят традиционното банкиране.

Схема на разпространението на цифровите банкови услуги по света, по данни на Международния валутен фонд и Световната банка.



*Фиг. 2.2. Световна цифровизация на банковите услуги*

Графиката показва, че най-развитите страни икономически, използват най-много цифрови банкови услуги.

## 2.4. Анализ на процесите на финансиране на бизнеса в Европа

Икономиката на всяка страна се финансира по различен начин от различни източници. Основен източник на финансиране за фирмите са банките. В следващата таблица са показани данни за банките в Европа, за размера на техните активи и за средствата-кредити, които са инвестирани в икономиката на континента.

Година	Кредитни и платежни институции в Евросъюза - брой	Активи в млрд.евро	Кредити в млрд.евро
2018	5700	29689.3	18674.8
2019	5530	31172.7	19283.2
2020	5439	33774.3	21457.8
2021	5267	35207.4	23172.7

Таблица 2.1. Данни от европейския банков сектор

Европейската комисия публикува годишно преглед на Европейската финансова стабилност и интеграция (European Financial Stability and Integration Review). В прегледа за 2021 г., авторите твърдят, че европейската и световната икономическа активност са се възстановили през 2021 г. след дълбоката COVID-19 рецесия, която започна през 2019 г.

През 2021 г. Брутния вътрешен продукт (БВП) е нараснал с 5,3%, както в ЕС, така и в еврозоната, въпреки забавянето към края на годината поради затруднения в предлагането, рязко нарастващите цени на енергията и увеличените COVID инфекции, [65].



## 2.5. Анализ на процесите на регулация на банките в Европа

Банките и по-конкретно тяхната дейност е една от най-регулираните в света. В Европа страните, които са част от Европейския съюз, дейността на банките им се контролира от надзорната институция на дадената страна и от Европейската централна банка (ЕЦБ). Това представлява така наречения Единен надзорен механизъм. ЕЦБ е независима институция към Европейския съвет. Нейната роля се състои в следното - установяване на единен текущ надзор над кредитните институции, осигуряване на прилагането и спазването на единни, хармонизирани правила и политики, предприемане, когато е необходимо, на коригиращи действия, [64]. За постигането на тези цели ЕЦБ работи в тясно сътрудничество с националните надзорни органи. ЕЦБ има следните правомощия:

- Да извършва надзорен преглед, проверки на място и разследвания;
- Да издава или отнема лицензи за банкова дейност;
- Да оценява придобиването и разпореждането с квалифицирани дялови участия от страна на банките;
- Да осигурява спазването на пруденциалните правила на ЕС;
- Да определя по-високи капиталови изисквания (буфери), за да противодейства на евентуални финансови рискове.

Европейската централна банка упражнява пряк надзор на над 115 значими банки от еврозоната, на консолидирано ниво. Тези банки притежават 82% от банковите активи в тези страни. Решението дали една банка се счита за значима се основава на редица критерии. Тези критерии са следните:

- Размер – общият размер на банковите активи да надвишава 30 милиарда евро;
- Икономическо значение – за отделната страна или за европейската икономика като цяло;

➤ Трансгранична дейност – общият размер на нейните активи надвишава 5 милиарда евро и съотношението на нейните трансгранични активи/пасиви е повече от 20% от активите/пасивите на другите участници в еврозоната.

➤ Директна публична финансова подкрепа- институцията да е поискала или да е получила финансиране от Европейския механизъм за стабилност или от Европейски фонд за финансова стабилност.

➤ Една институция може да се счита за значима, ако е една от трите най-значими банки в конкретната страна, [131].

Всяка година Европейската централна банка (ЕЦБ) извършва преглед на критериите за значимост и на институциите, които са включени, както и дали няма нови кредитни институции, които следва да се наблюдават. В тази връзка на интернет страницата си централната банка публикува доклад за прегледа, [105, 106]. В него съобщава за следващата отчетна година колко са значимите кредитни институции които ще наблюдава и кои са новите, както и по какви критерии са определени за значими. Също така обявява и дали има промяна при някоя институция в критериите за значимост.

Институциите, които не се считат за значими се наричат „по-малко значими“ институции. Надзорът над тяхната дейност се извършва от националните надзорни органи в тясно сътрудничество с ЕЦБ. В правомощията на ЕЦБ е да поеме по всяко време, когато прецени, надзор и на по-малко значима институция, за да осигури прилагане на високите надзорни стандарти.

Държавите от еврозоната участват автоматично в единния банков надзор. Страните, които не са приели еврото за своя валута, могат да вземат решение и да се присъединят. За тази цел националните надзорни органи подписват меморандум с ЕЦБ за „тясно сътрудничество“.

ЕЦБ регулира дейността на кредитните институции посредством издадени Регламенти за изпълнение. Основният Регламент е Регламент 575/2013, [8].

## **2.6. Изисквания за отчетност на банките в Европа**

Считано от 28.06.2021 г. изискванията за отчетност от страна на кредитните институции се уреждат в Регламент за изпълнение [10], който заменя Регламент за изпълнение [9]. В [10] се установяват единни формати и образци за докладване, указания и методология за използването на тези образци, честота и дати на докладване, определения и информационни технологии за докладването, [130].

Отчетната рамка обхваща следните области:

- **Собствен капитал и капиталови изисквания - COREP**

Приложение I, II (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква а) РКИ)

- **Финансова отчетност по МСФО – FINREP**

Приложение III, V (във връзка с чл. 430, параграф 3 или 4 РКИ)

- **Загуби, произтичащи от заеми, обезпечени с недвижим имот**

Приложение VI, VII (във връзка с чл. 430а, параграф 1 РКИ)

- **Големи експозиции и риск от концентрация**

Приложение VIII, IX (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква в) РКИ)

- **Отношение на ливъридж**

Приложение X, XI (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква а) РКИ)

- **Ликвидно покритие**

Приложение XXIV, XXV (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква г) РКИ)

- **Отношение на нетно стабилно финансиране**

Приложение XII, XIII (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква г) РКИ)

- **Допълнителни показатели за наблюдение на ликвидността**

Приложение XVIII, XIX (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква г) от РКИ)

- **Капацитет за генериране на ликвидност**

Приложение XX, XXI (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква г) от РКИ)

- **Падежна стълбица**

Приложение XXII, XXIII (във връзка с чл. 430, параграф 1, буква г) от РКИ)

- **Тежести върху активи**

Приложение XVI, XVII (във връзка с чл. 430, параграф 1)

В регламентите са указани и периодичността на отчетите. Въз основа на получаваните отчети, на тримесечна база Европейската централна банка публикува агрегирана информация за наблюдаваните кредитни институции. Това представлява Надзорната банкова статистика, показана на Фиг. 2.3, [113, 114].



Фиг. 2.3. Надзорна банкова статистика

Информацията в този отчет е представена изцяло в табличен вид. Разделена е в шест основни области – Обща статистика, Балансова композиция и способност за генериране на печалба, Капиталова адекватност и ливъридж, Качество на активите, Финансиране и Ликвидност. Общият брой на таблиците в различните отчети варира от 59 до 62. Информацията в таблиците в общия случай е разделена за отчетния период, по страни и по класификация. Тя е на най-високо консолидирано ниво. Някои страни поради причини за конфиденциалност не дават съгласие за това определени данни да бъдат публикувани. България например участва с една значима банка и нейните данни не се публикуват в Надзорната банкова статистика. Поради тази причина в дисертационния труд се анализира информацията за банките в осем европейски страни, за които има пълна информация. Това са Германия, Испания, Франция, Италия, Люксембург, Нидерландия, Австрия и Португалия. От таблиците в Надзорната банкова статистика, са избрани за анализ данни за – Печалби и загуби по страни, Ключови индикатори за представяне по страни и Необслужвани кредити и аванси по страни.

Данните за печалбите и загубите по страни за четвъртото тримесечие на 2020 г. са 13 на брой, а за четвъртото тримесечие на 2021 г. са 15 на брой. Разликата се дължи на променена, към по-детайлизирана отчетност на печалбите и загубите от финансови активи и пасиви. Индикаторите за печалба и загуба по страни са следните:

Данни за печалбите и загубите по страни

1. Нетен лихвен доход – той се формира като от лихвените приходи от всички лихвоносни активи се извадят лихвените разходи, платени по лихвоносните пасиви.

2. Нетни приходи от такси и комисионни – това представлява сумата на получените приходи от такси и комисионни, събирани за различни банкови

дейности минус разходите за платените от банките такси и комисионни във връзка с дейността ѝ.

3. Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия – това представлява резултата от дейността на извършените операции с активи държани в търговския портфейл на дадена институция.

4. Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата.

5. Нетни печалби или загуби от отчитане на хеджиране.

6. Нетни курсови разлики – това представлява резултата от валутните сделки на кредитната институция.

7. Други нетни оперативни приходи

8. Оперативни приходи.

9. Административни разходи и обезценка.

10. Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци.

11. Обезценка и провизии.

12. Други.

13. Печалба или загуба преди данъци.

14. Данъчни приходи или разходи.

15. Нетна печалба или загуба – финансовия резултат от дейността на кредитната институция, от началото на годината.

За специалистите в тази област, това представлява част от отчет по FINREP и позициите които се включват в отчета за приходите и разходите и позоваването на Международните счетоводни стандарти или националните такива е подробно описано в [10]. В отчета за четвърто тримесечие на 2020 г. вместо Нетни печалби

или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия, Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата и Нетни печалби или загуби от отчитане на хеджиране са посочени Нетни приходи от търговия.

#### Ключови рискови индикатори по страни

Ключовите рискови индикатори които са анализирани са следните:

16. RoA (Return of Assets) – съотношение за възвращаемост на активите, изчислява се като се съотнася финансовия резултат на институцията към размера на активите ѝ за същия период;

17. RoE (Return of Equity) – съотношение за възвращаемост на капитала, изчислява се като се съотнася финансовия резултат на институцията към размера на капитала ѝ за същия период;

18. COR (Cost of Risk) – съотношение за цена на риска, изчислява се като се съотнася размера на обезценката към размера на кредитите. Това съотношение показва очакваните загуби и как институцията се опитва да се предпази от бъдещи загуби в кредитния портфейл;

19. CIR (Cost to Income Ratio) – съотношение на приходите и разходите – изчислява се като се разделят оперативните разходи на оперативните приходи. Това съотношение е индикатор за способността за генериране на печалба от банките.

#### Необслужвани кредити по страни

В тази таблица са включени следните индикатори:

20. Кредити и аванси – посочва се балансовата стойност на предоставените кредити и аванси;

21. Необслужвани кредити и аванси – посочва се размера на кредитите и авансите класифицирани като необслужвани. Критерии за необслужване най-често е наличие на просрочие над 90 дни по лихва и/или главница;

22. Съотношение на необслужваните кредити и аванси в % - това представлява съотношението на необслужваните кредити и аванси към общо кредити и аванси отчетени в баланса на кредитната институция.

В отделен документ Европейската централна банка [131] публикува как се изчисляват тези индикатори, кои точно редове от отделните отчети на кредитните институции се вземат. Документът се казва – „Definitions of the ITS data points presented in Supervisory Banking Statistics“.

## **2.7. Анализ на конкурентоспособността на икономиките в света**

Други данни, които са анализирани в дисертационния труд са данните публикувани в годишните доклади за конкурентоспособност – *The Global competitiveness report* [89, 90] на Световния икономически форум, Швейцария.

Световния икономически форум е международна организация за публично-частно сътрудничество. Създаден е през 1971 г. от проф. Клаус Шваб. Седалището е в Женева, Швейцария. Организацията е популярна с годишните срещи провеждани в Давос, Швейцария. На тези годишни срещи се обсъждат най-важните световни теми. Обикновено на срещите присъстват около 2200 човека и се събират хора със световно влияние. Това са световни лидери, министри на страните от Г20, банкери, синдикални лидери, религиозни водачи, академични дейци и представители на световни медии.

Организацията не провежда конференции. Първоначално организацията е създадена като мениджърски форум, но постепенно се развива и фокусът се премества към икономически и социални събития, важни за целия свят. През



годините във форума започват да участват и политици и го възприемат като място, където могат да се срещат, да разговарят и да изглаждат различията си. Към дискутираните теми от чисто корпоративен характер се добавят и такива засягащи политиката и глобалната икономика. Във форума членуват около 1000 компании. Това обикновено са водещи компании в индустрията или в държавата.

Организацията публикува редица доклади фокусирани върху световни проблеми и значими събития. Нейните екипи за стратегическо прогнозиране са концентрирани върху няколко водещи теми – световната конкурентоспособност, световните рискове и разработването на стратегии за действие.

Глобалният доклад за конкурентоспособността измерва конкурентоспособността на страните и техните икономики. За целите на анализа, в настоящия дисертационен труд са използвани данните за 2018 г. и 2019 г., [89, 90].



Фиг. 2.4. Глобален доклад за конкурентоспособността

Това са последните години в които е публикуван такъв доклад. За 2020 г. има доклад, но не е в същия формат. Той представлява специално издание и в него се казва, че пандемията от COVID-19 доведе до глобална здравна криза и дълбока икономическа рецесия, също така се създаде атмосфера на дълбока несигурност относно бъдещето. Световната икономическа перспектива за 2021 г. зависи както от развитието на пандемията, така и от ефективността на стратегиите за възстановяване на правителствата. В този контекст, авторите на доклада се стремят да проучат как държавите да разширят своя фокус отвъд стратегиите за връщане към растеж и да обмислят как да се възстановят по-добре. Докладът разглежда приоритетите за икономиките в три времеви рамки – тези от последното десетилетие, тези които са критични за икономиката и онези които биха довели до вграждане на трансформация, която да доведе до по-добра производителност, споделен просперитет и устойчивост. Специалното издание на доклада не предоставя класации по държави, поради липсващи данни от различни международни организации, както и необходимостта от ново мислене по отношение на възстановяването след шокът от COVID-19.

През 2018 г., Световния икономически форум представя в доклада си Глобален индекс за конкурентоспособност. Вследствие на глобализацията и четвъртата индустриална революция, изследователите на форума решават, че е необходим нов икономически компас. На базата на 40 годишния си опит в анализиране на конкурентоспособността и натрупаните данни, те създават този индекс, които публикуват в Глобалния доклад за конкурентоспособност. Информацията в доклада е организирана и разделена на четири основни области в които са разпределени 12 Стълба и във всеки едни има по няколко индикатора. Това са **Благоприятна среда със стълбове** – 1. Институции, 2. Инфраструктура, 3. Интернет, компютри и комуникации, 4. Макроикономическа стабилност; **Човешки капитал със стълбове** – 5. Здраве и 6. Умения; **Пазари със стълбове** – 7. Пазар на продукти, 8. Трудов пазар, 9. Финансова система, 10. Пазарна големина;

*Иновативна екосистема със стълбове* – 11. Бизнес динамика и 12. Иновативна способност.

<b>БЛАГОПРИЯТНА СРЕДА</b>	
<b>СТЪЛБОВЕ</b>	<b>ИНДИКАТОРИ</b>
<b>1. ИНСТИТУЦИИ</b>	<b>СИГУРНОСТ</b>
	<b>ОБЩЕСТВЕН КАПИТАЛ</b>
	<b>ПРОВЕРКИ И БАЛАНС</b>
	<b>ПРЕДСТАВЯНЕ НА ПУБЛИЧНИЯ СЕКТОР</b>
	<b>ПРОЗРАЧНОСТ</b>
	<b>ПРАВА НА СОБСТВЕНОСТ</b>
	<b>КОРПОРАТИВНО УПРАВЛЕНИЕ</b>
	<b>ОРИЕНТАЦИЯ НА ПРАВИТЕЛСТВОТО КЪМ БЪДЕЩЕТО</b>
	<b>2. ИНФРАСТРУКТУРА</b>
	<b>ЖИЛИЩНА ИНФРАСТРУКТУРА</b>
<b>3. ИНТЕРНЕТ, КОМПЮТРИ, КОМУНИКАЦИИ</b>	<b>МОБИЛНИ ТЕЛЕФОНИ</b>
	<b>МОБИЛНИ ШИРОКОЛЕНТОВИ АБОНАМЕНТИ</b>
	<b>ФИКСИРАН ШИРОКОЛЕНТОВ ИНТЕРНЕТ</b>
	<b>БЕЗЖИЧЕН ИНТЕРНЕТ</b>
	<b>ИНТЕРНЕТ ПОТРЕБИТЕЛИ</b>
<b>4. МАКРОИКОНОМИЧЕСКА СТАБИЛНОСТ</b>	<b>ИНФЛАЦИЯ</b>
	<b>ДИНАМИКА НА ДЪЛГА</b>

<b>ЧОВЕШКИ КАПИТАЛ</b>	
<b>СТЪЛБОВЕ</b>	<b>ИНДИКАТОРИ</b>
<b>5. ЗДРАВЕ</b>	<b>ОЧАКВАНЕ ЗА ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ НА ЖИВОТА</b>
<b>6. ОБУЧЕНИЕ, УМЕНИЯ</b>	<b>ТЕКУЩА РАБОТНА СИЛА</b>
	<b>УМЕНИЯ НА ТЕКУЩАТА РАБОТНА СИЛА</b>
	<b>БЪДЕЩА РАБОТНА СИЛА</b>
	<b>УМЕНИЯ НА БЪДЕЩАТА РАБОТНА СИЛА</b>
<b>ПАЗАРИ</b>	
<b>СТЪЛБОВЕ</b>	<b>ИНДИКАТОРИ</b>
<b>7. ПАЗАР НА ПРОДУКТИ</b>	<b>ВЪТРЕШНА КОНКУРЕНЦИЯ</b>
	<b>ОТВОРЕНОСТ НА ТЪРГОВИЯТА</b>
<b>8. ПАЗАР НА ТРУДА</b>	<b>ПОДВИЖНОСТ</b>
	<b>МЕРИТОКРАЦИЯ И СТИМУЛИРАНЕ</b>
<b>9. ФИНАНСОВА СИСТЕМА</b>	<b>ДЪЛГ</b>
	<b>СТАБИЛНОСТ</b>
<b>10. ПАЗАРНА ГОЛЕМИНА</b>	<b>БРУТЕН ВЪТРЕШЕН ПРОДУКТ</b>
	<b>ИЗНОС НА СТОКИ И УСЛУГИ % БВП</b>
<b>ИНОВАТИВНА ЕКОСИСТЕМА</b>	
<b>СТЪЛБОВЕ</b>	<b>ИНДИКАТОРИ</b>
<b>11. ДИНАМИКА НА БИЗНЕСА</b>	<b>АДМИНИСТРАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ</b>
	<b>ПРЕДПРИЕМАЧЕСКА КУЛТУРА</b>
<b>12. ИНОВАЦИОНЕН КАПАЦИТЕТ</b>	<b>ВЗАИМОДИЙСТВИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ</b>
	<b>ПРОУЧВАНЕ И РАЗВИТИЕ</b>
	<b>КОМЕРСИАЛИЗАЦИЯ</b>

В доклада са анализирани 141 страни, които произвеждат 99% от световния БВП. Индикаторите са съставени от под-индикатори, като някои са следствие на извършено проучване и получените оценки на въпросите, а другите данни са на база отчети и публикувани данни от различни организации.

За целите на анализа е избран Стълб 9 – Финансова система. Той се състои от индикаторите – Дълг и Стабилност. Те от своя страна включват следните под индикатора:

Дълг – 9.01 – *Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)*  
– Този критерии показва развитието на икономиката и благоденствието на страната. Високата му стойност е показател за силна икономика. Представява общата стойност на финансовите ресурси, предоставени на частния сектор, изразена като процент от БВП. Този показател се изчислява като сбор от кредити, покупки на недялови ценни книжа, търговски кредити и други вземания, които установяват иск за изплащане, предоставен от финансовите корпорации на фирми и домакинства. Стойността му варира от 1 до 100. Източник на данните е групата на Световната банка.

9.02 – *Финансиране на малък и среден бизнес* – Информацията за този критерии е следствие на получени отговори от проучване направено от екипа на Световния икономически форум. Отговорите са от 1 до 7, който е най-добрата оценка. Въпросът е бил дали е лесно за малкия и среден бизнес да получат финансиране.

9.03 – *Изискване за капитал при стартиращ бизнес* – Този критерии също е в резултат на проучване направено от екипа на Световния икономически форум и на получените отговори на въпроса – Лесно ли е за ново начинаещ бизнес, с иновативен, но рисков проект да получи финансиране. Тук отново отговорите се оценяват от 1 до 7 - което е най-добрата оценка.

9.04 – *Пазарна капитализация % от БВП* – Този индикатор показва развитието на икономиката на страната, защото развитието на финансовите пазари е тясно свързано с цялостното развитие. Изчислението на този индикатор е по методология на Световната банка. При ниско развитие на икономиката, банките доминират в икономиката, при високо развитите икономики местния фондов пазар е по активен и ефективен в сравнение с банките. Общата стойност на регистрираните местни компании, изразена като процент от БВП. Средна стойност за 2014–2016 г. Изчислява се като цената на акциите на всички регистрирани местни компании, умножена по броя на техните акции в обращение. Инвестиционни фондове, дялови тръстове и компании, чиято единствена бизнес цел е да притежават акции на други регистрирани компании, са изключени. Данните са стойности в края на годината. Източник на данните е Световна федерация на борсите.

9.05 – *Застрахователни премии, като обем от БВП* – Този индикатор показва развитието на застрахователния сектор. Известен е като степен на проникване на разпространение. Обем на премиите по животозастраховане и общо застраховане, изразени като процент от БВП. Средна стойност за 2013–2015 г. Изчислява се като сумата от обема на премиата по животозастраховане и общо застраховане, разделена на БВП. Обемът на премиата е преките премии на застрахователя, спечелени (ако имущество/злополука) или получени (ако живот/здраве) през предходната календарна година. Източник на данни е групата на Световната банка.

Стабилност – 9.06 – *Стабилност на банките* – Резултатите от този критерий са следствие от прочуване на екипа на Световния икономически форум. Участниците в проучването е трябвало да оценят стабилността на техните банки. Оценките са от 1 до 7, която е най-добрата.

9.07 – *Необслужвани кредити като % от общо кредити* – Този индикатор показва стабилността и ефективността на банките. Идентифицираните проблеми в качеството на активите и по точно в кредитния портфейл на банките са показател за нейното управление. Високото съотношение на този показател говори за проблеми

при управление на риска. За необслужвани кредити се считат тези експозиции при които има просрочие на главница и/или лихва повече от 90 дни. Източник на данни е Международния валутен фонд.

9.08 – *Кредитен гап в %* – Този индикатор е познат на специалистите като Базелски гап. Той се счита като ранен предупредителен сигнал за приближаваща банкова криза. Централните банки използват този индикатор, когато вземат решение за активиране на цикличния капиталов буфер. Измерва разликата между съотношението кредит/БВП и неговата дългосрочна тенденция. Данните са за 2016 г. Изчислението е като разлика между последните данни за „Местни кредити за частния сектор (като процент от БВП)“ и неговата тенденция. Следвайки методологията на Банката за международни разплащания, стойността на тенденцията се изчислява чрез прилагане на филтър на Ходрик – Прескот към 15 - годишния времеви ред на индикатора „Местни кредити за частния сектор (% от БВП)“. Повече подробности за методологията можете да се намери на [80, 129, 133]. Източник на данните е Световен икономически форум; изчисления, базирани на данни на Световната банка.

9.09 – *Регулаторно изискване за капиталово съотношение като % от общо рисково претеглени активи* – Този индикатор на практика е капиталовата адекватност на банките. Това е съотношение на общия регулаторен капитал на банката (собствен капитал, оповестени и неоповестени резерви, преоценъчни резерви, общи провизии и други инструменти) към общите активи на банката, претеглени според риска на тези активи. Към необработения резултат се прилага логаритмична трансформация, преди да се нормализира до скала от 0 до 100. Източник на данните за анализа на банковите системи е Световната банка.

От всичко казано до тук следва, че е необходим иновативен метод за анализ на множеството данни постъпващи от различни финансови източници за конкурентоспособността на икономиките на страните членки на ЕС. В настоящия дисертационен труд, икономическите данни за процесите в банковото дело ще се

анализират посредством прилагане на интеркритериалния анализ, дефиниран от Красимир Атанасов през 2014 г. Интеркритериалният анализ (InterCriteria Analysis - ICA) е метод за подпомагане на процеса на вземане на решения, дефиниран в България и е базиран на два математически формализма: алгебричен апарат от индексирани матрици за обработка на масиви от данни с различна размерност, и интуиционистките размити множества, като математически инструмент за справяне с неопределеността.

При този подход масиви от данни, получени чрез измерване на множество обекти спрямо множество критерии, се обработват, за да се изчисли за всички двойки критерии интуиционистка размита двойка стойности в интервала  $[0, 1]$ , които съответстват на степента на влияние между всяка двойка критерии. В тази форма подходът отчита неопределеността, която е присъща на повечето от моделираните процеси и обекти от реалния живот.

Интеркритериалният анализ (InterCriteria Analysis - ICA) е предназначен да се справя с проблеми, при които измерването на обектите според част от критериите е по-бавно, по-скъпо, по-субективно или по други начини по-неблагоприятно от други, което води до забавяне или повишаване на цената на цялостния процес на вземане на решение. При решаването на подобни проблеми е необходимо да се възприеме подход за разумно обективно премахване на тези критерии, за да се постигне икономичност и ефективност при запазване на прецизността на процеса на вземане на решения“, [132].

В заключение, трябва да се отбележи, че е извършен критичен анализ на възможността за прилагане на многокритериален метод за вземане на решения, при оценка на процесите в банковото дело. За целите на анализа са определени достатъчно информативни показатели от дейността на банките в страните членки на Европейския съюз. Използваните данни са на агрегирано ниво за всяка страна. Получените резултати от анализа са представени в публикациите по настоящия дисертационен труд.



# **ТРЕТА ГЛАВА**

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРИЛАГАНЕТО НА ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА ПРОЦЕСИТЕ В БАНКОВОТО ДЕЛО**

В тази глава от дисертационния труд са представени получените резултати от проведения анализ. Използван е методът - Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA), който първоначално е разработен, за да отразява ситуации, където някои от критериите са с по-висока себестойност от останалите, като например техните оценки се получават по-трудно, по-скъпо и/или отнемат повече време. Такива критерии като цяло се считат за неблагоприятни, поради което ако методът открие някаква степен на връзка между подобни „неблагоприятни“ критерии и други, с които се оценя по-лесно, по-евтино или по-бързо, т.е. без съществена загуба на точност „неблагоприятни“ критерии могат да бъдат пропуснати в процеса на взимане на решение.

Обект на анализ в дисертационния труд са определени показатели от дейността на банките в страните членки на Европейския съюз. Използваните данни са на агрегирано ниво за страната. Получените резултати от анализа са представени в публикациите по настоящия дисертационен труд.

### **3.1. Анализ на финансовата система на страните членки на ЕС**

В публикация [\*47], параметрите на страните са детайлно анализирани използвайки многокритериалния метод за вземане на решения – Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA). Като изходни данни са използвани данни от Годишния доклад за конкурентоспособност на страните за 2019 г., публикуван от екипа на Световния Икономически Форум, който се провежда в Швейцария. В доклада фигурират данни за 141 страни. По данни на авторите на доклада, тези

страни произвеждат 99% от brutния национален доход. Общата оценка на постигнатите резултатите на страните от доклада за 2019 г. е, че повечето страни са далеч от тригера, който определя тяхната конкурентоспособност. Въпреки че през последните 10 години централните банки инжектират значителни пари – 10 трилиона долара за подобряване на световната икономика.

Анализирани са финансовите показатели на 27 страни от Европейския съюз (ЕС), без Великобритания която напусна общността. Страните в ЕС са подчинени в голяма степен на едни и същи правила и закони. Банковата им система, значимите кредитни институции се контролират в голяма степен от Европейската централна банка. За всички действат еднакви регулации. Отчетността им е стандартизирана.

В 27-те страни членки на ЕС живеят повече от 447 милиона жители към 01.2019 г., по данни взети от Евростат, [65]. Нивото на БВП по текущи цени е на ниво от 13 484 милиарда евро, [66]. Общите активи на кредитните институции в ЕС по данни на ЕЦБ са 4 848 317 милиона евро, [64].





Анализът на финансовите системи на страните от ЕС е актуален въпрос. В статията се обсъжда приложението на оригинален метод за оценка и анализиране на връзките между критериите, които определят състоянието на финансовите системи – Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA). Той се основава на два фундаментални формализма – интуиционистките размити множества (IFSs) и индексирани матрици (IMs).

На Фиг. 3.1. са показани използваните данни от доклада, от където са взети данните за България, като една от изследваните 27 страни членки на ЕС. За останалите страни информацията е представена в аналогичен вид.

Анализирани данни от доклада измерващ конкурентостта са от Стълб 9 – Финансова система с индикатори: 1 – *Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)*; 2 – *Финансиране на малък и среден бизнес*; 3 – *Изискване за капитал при начинание – стартиращ бизнес*; 4 – *Пазарна капитализация като %*

от БВП; 5 – Застрахователни премии, като обем от БВП; 6 – Стабилност на банките ; 7 – Необслужвани кредити като % от общо кредити; 8 – Кредитен gap в % и 9 – Регулаторно изискване за капиталово съотношение като % от общо рисково претеглени активи.

Economy Profiles

Bulgaria		51st/140		
Index Component	Value	Score *	Rank/140	Best Performer
 <b>Pillar 7: Product market</b> 0-100 (best)	-	56.7 ↑	62	Singapore
7.01 Distortive effect of taxes and subsidies on competition 1-7 (best)	3.3	38.1 ↑	107	Singapore
7.02 Extent of market dominance 1-7 (best)	3.7	45.0 ↓	71	Switzerland
7.03 Competition in services 1-7 (best)	5.2	69.5 ↑	50	Hong Kong SAR
7.04 Prevalence of non-tariff barriers 1-7 (best)	4.2	53.6 ↓	89	Singapore
7.05 Trade tariffs % duty	1.13	92.4 ↓	24	Hong Kong SAR
7.06 Complexity of tariffs 1-7 (best)	3.0	33.7 ↓	112	Hong Kong SAR
7.07 Efficiency of the clearance process 1-5 (best)	2.9	48.4 ↑	43	Germany
7.08 Services trade openness 0-100 (worst)	15.5	84.5 =	17	Ecuador
 <b>Pillar 8: Labour market</b> 0-100 (best)	-	62.0 ↑	50	United States
8.01 Redundancy costs weeks of salary	8.6	90.4 =	18	Multiple (8)
8.02 Hiring and firing practices 1-7 (best)	3.8	46.9 ↑	69	Hong Kong SAR
8.03 Cooperation in Labour-employer relations 1-7 (best)	3.8	46.3 ↓	118	Switzerland
8.04 Flexibility of wage determination 1-7 (best)	5.2	70.2 ↑	44	Hong Kong SAR
8.05 Active Labour policies 1-7 (best)	3.4	40.6 ↑	65	Switzerland
8.06 Workers' rights 0-100 (best)	79.4	79.4 ↑	39	Multiple (4)
8.07 Ease of hiring foreign labour 1-7 (best)	3.8	46.4 ↓	100	Albania
8.08 Internal Labour mobility 1-7 (best)	4.7	61.3 ↑	50	Guinea
8.09 Reliance on professional management 1-7 (best)	3.5	42.1 ↓	112	Finland
8.10 Pay and productivity 1-7 (best)	3.7	45.6 ↑	81	United States
8.11 Female participation in Labour force ratio	0.88	84.5 ↓	36	Multiple (4)
8.12 Labour tax rate %	20.2	83.1 =	93	Multiple (26)
 <b>Pillar 9: Financial system</b> 0-100 (best)	-	58.2 ↑	71	United States
9.01 Domestic credit to private sector % GDP	55.9	58.9 ↓	62	Multiple (29)
9.02 Financing of SMEs 1-7 (best)	3.7	45.3 ↑	77	United States
9.03 Venture capital availability 1-7 (best)	3.2	37.1 ↑	50	United States
9.04 Market capitalization % GDP	14.4	14.4 =	86	Multiple (12)
9.05 Insurance premium % GDP	2.1	34.4 =	57	Multiple (16)
9.06 Soundness of banks 1-7 (best)	4.5	59.1 ↑	88	Finland
9.07 Non-performing loans % loan portfolio value	13.2	74.4 ↑	114	Multiple (2)
9.08 Credit gap percentage points	-17.0	100.0 =	9	Multiple (97)
9.09 Banks' regulatory capital ratio ratio	20.4	100.0 =	22	Multiple (72)
 <b>Pillar 10: Market size</b> 0-100 (best)	-	54.6 ↑	64	China

Фиг. 3.1. Данни за финансовата система в страните на Европейския съюз

Целта е да се покаже връзката между тези икономически индикатори посредством прилагане на многокритериален метод за вземане на решения – Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA). Избраните индикатори от авторите на доклада са резултат на обработка на данни на различни институции и на цифрова оценка на проведено допитване. Подробно описание на индикаторите и на Стълб 9 от доклада е направено в Глава 2 в настоящия дисертационен труд. Получените резултати от анализа са показани в Таблица 3.1 и Таблица 3.2.

$\mu$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000	0.569	0.560	0.689	0.655	0.520	0.462	0.406	0.446
2	0.569	1.000	0.855	0.680	0.597	0.766	0.132	0.628	0.615
3	0.560	0.855	1.000	0.680	0.600	0.717	0.166	0.625	0.625
4	0.689	0.680	0.680	1.000	0.791	0.640	0.326	0.505	0.578
5	0.655	0.597	0.600	0.791	1.000	0.535	0.418	0.449	0.465
6	0.520	0.766	0.717	0.640	0.535	1.000	0.169	0.680	0.597
7	0.462	0.132	0.166	0.326	0.418	0.169	1.000	0.298	0.280
8	0.406	0.628	0.625	0.505	0.449	0.680	0.298	1.000	0.618
9	0.446	0.615	0.625	0.578	0.465	0.597	0.280	0.618	1.000

Таблица 3.1. Стойности на  $\mu$

Индикатори 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) и 5 („Застрахователни премии, като обем от БВП“) са в дисонанс;

Индикатори 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) и 6 („Стабилност на банките“) са в силен дисонанс;

Индикатори 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) и 7 („Необслужвани кредити като % от общо кредити“) са в силен дисонанс;

Индикатори 2 („Финансиране на малък и среден бизнес“) и 3 („Изискване за капитал при стартиращ бизнес“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 2 („Финансиране на малък и среден бизнес“) и 7 („Необслужвани кредити като % от общо кредити“) са в негативен консонанс;

Индикатори 3 („Изискване за капитал при стартиращ бизнес“) и 4 („Пазарна капитализация като % от БВП“) са в слаб дисонанс;

v	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.000	0.391	0.388	0.308	0.338	0.449	0.532	0.591	0.548
2	0.391	0.000	0.065	0.277	0.357	0.169	0.822	0.329	0.338
3	0.388	0.065	0.000	0.265	0.342	0.200	0.782	0.320	0.317
4	0.308	0.277	0.265	0.000	0.206	0.326	0.665	0.489	0.412
5	0.338	0.357	0.342	0.206	0.000	0.428	0.569	0.542	0.523
6	0.449	0.169	0.200	0.326	0.428	0.000	0.794	0.286	0.372
7	0.532	0.822	0.782	0.665	0.569	0.794	0.000	0.692	0.708
8	0.591	0.329	0.320	0.489	0.542	0.286	0.692	0.000	0.372
9	0.548	0.338	0.317	0.412	0.523	0.372	0.708	0.372	0.000

Таблица 3.2. Стойности на v

Индикатори 3 („Изискване за капитал при стартиращ бизнес“) и 7 („Необслужвани кредити като % от общо кредити“) са в слаб негативен консонанс;

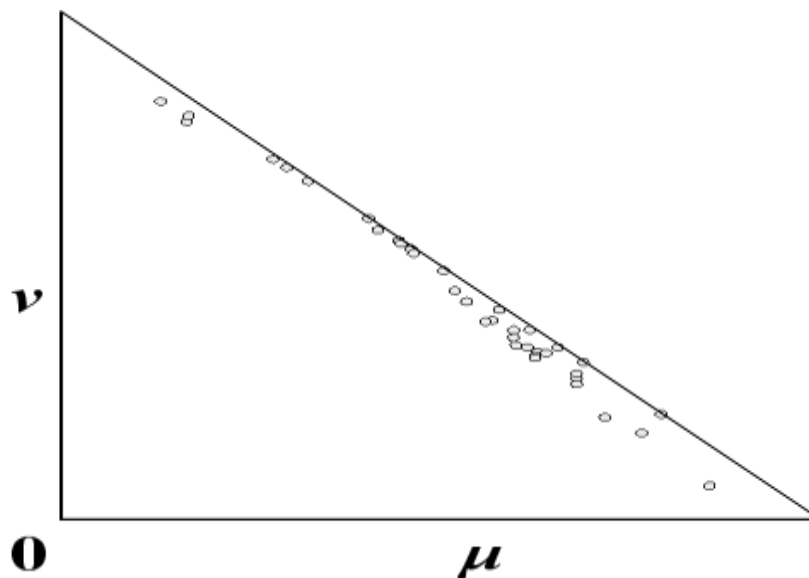
Индикатори 4 („Пазарна капитализация като % от БВП“) и 8 („Кредитен гат в %“) са в силен дисонанс;

Индикатори 5 („Застрахователни премии, като обем от БВП“) и 6 („Стабилност на банките“) са в силен дисонанс;

Индикатори 6 („Стабилност на банките“) и 8 („Кредитен гап в %“) са в слаб дисонанс;

Индикатори 8 („Кредитен гап в %“) и 9 („Регулаторно изискване за капиталово съотношение като %“) са в дисонанс.

Графично представяне на резултатите от анализа с интуиционистки размити двойки е представено на Фиг. 3.2. Първата таблица определя координатите на точките в триъгълника по абсцисата, а втората - по ординатата. Например, от триъгълника представен на Фиг. 3.2 се вижда, че има 3 или 4 двойки критерии (в горния ляв ъгъл), които са в негативен консонанс, 3 или 4 двойки критерии (в долния десен ъгъл), които са в позитивен консонанс, а останалите са в дисонанс. За тези, които са в средата на триъгълника може да се каже, че са в ясно изразен дисонанс, т.е., те са независими помежду си критерии.



Фиг. 3.2. Графично представяне на резултатите от анализа с интуиционистки размити двойки

Анализът показва зависимост между критерий 2 („*Финансиране на малък и среден бизнес*“) и критерий 3 („*Изискване за капитал при стартиращ бизнес*“). Основната причина за това е, че данните са взети след проучване, което показва способността на малкия или стартиращ бизнес да намерят пари за финансиране на своята дейност, на своите иновативни идеи.

Наблюдава се слаб дисонанс между критерий 6 („*Стабилност на банките*“) и критерий 8 („*Кредитен гап в %*“). Стабилността на банките е оценена след допитване, т.е. тя е субективна оценка. Кредитният гап се счита за ранен индикатор за приближаваща банкова криза.

От друга страна, има слаба зависимост между критерий 6 („*Стабилност на банката*“) и критерий 7 („*Необслужвани кредити като % от общо кредити*“). Това се дължи на значението на тези критерии. Ако една банка е в добро състояние, нивото на нейните необслужвани кредити е много ниско.

Получените резултати показват, че критерий 1 („*Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)*“), критерий 7 („*Необслужвани кредити като % от общо кредити*“) и критерий 8 („*Кредитен гап в %*“) са в дисонанс, както помежду си така и с всички останали, т.е. те са независими критерии. Критерий 7 („*Необслужвани кредити като % от общо кредити*“) има цифрово изражение и е резултат на финансовото състояние на фирмите и тяхната възможност да си обслужват задълженията.

### **3.2. Анализ на дейността на участниците във финансовата система на страните членки на ЕС**

В публикация [\*46] са използвани за целите на анализа данни от доклада за конкурентоспособност за 2018 г., като се очакваше Световния икономически форум да публикува такъв доклад и за следващата година. За съжаление се случи световна здравна криза предизвикана от COVID-19. На дневен ред излязоха много други

проблеми. Икономиките претърпяха големи сътресения и загуби. Заговори се за възстановяване. Екипите на Световния икономически форум започнаха да обсъждат промени в доклада.

Така на практика докладът за конкурентоспособност за 2018 г. е последния в такъв формат, публикуван от Световния икономически форум, данните от който са използвани при анализа в настоящия дисертационен труд, [89]. Докладът съдържа 12 стълбове, които се състоят от 98 индикатора и всички те формират индекса – Global Competitiveness Index (GCI) – Глобален индекс за конкурентоспособност. Този индекс се извлича от комбинация от данни от международни организации, както и от Проучване извършено от Световния икономически форум. Според авторите на доклада: „Глобалният индекс за конкурентоспособност 4.0 въвежда нов резултат за напредък, вариращ от 0 до 100.“ Границата (100) съответства на целта за всеки индикатор и обикновено представлява цел на политиката. Всяка страна трябва да се стреми да максимизира резултата си по всеки индикатор, а резултатът показва текущия ѝ напредък спрямо границата, както и оставащото ѝ разстояние. Този подход подчертава, че „конкурентоспособността не е игра с нулева сума между страните – тя е постижима за всички страни.“ Авторите на доклада и индекса смятат, че комбинацията от тези индикатори ще позволи на политиците, бизнеса и други заинтересовани страни да комбинират прозрения и действия за ускоряване на промяната. С тези доклади те предоставят платформа за лидерите на страните да разберат и предвидят възникващите икономически и социални тенденции и да адаптират своите политики и практики.

При анализа на данните е използван същия подход. В Глобалния доклад за конкурентоспособност данните са разделени в 12 стълба, към всеки има под индикатори, които са общо 98 на брой. Анализирани са индикаторите от Стълб 9 – Финансова система – Дълг и Стабилност. Той се състои от следните под индикатори: 1 – *Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)*; 2 – *Финансиране на малък и среден бизнес*; 3 – *Изискване за капитал при начинание* –



стартиращ бизнес; 4 – Пазарна капитализация като % от БВП; 5 – Застрахователни премии, като обем от БВП; 6 – Стабилност на банките; 7 – Необслужвани кредити като % от общо кредити; 8 – Кредитен gap в % и 9 – Регулаторно изискване за капиталово съотношение като % от общо рисково претеглени активи.

Икономическата същност на индикаторите е такава, каквато вече беше описана по-горе. Отново някои от под индикаторите са резултат на проучване, като задаваните въпроси и скалата за оценка са същите. Източници на данни са групата на Световната банка и Международния валутен фонд.

Прилагането на Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA), отново се потвърждава зависимостите между индикаторите, анализирани в доклада за 2019 г. Получените резултати от анализа са представени в следващите две таблици – Таблица 3.3 и Таблица 3.4.

$\mu$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0,5328	0,5584	0,7407	0,6952	0,51	0,4501	0,3903	0,4103
2	0,5328	1	0,8376	0,6667	0,6182	0,755	0,1481	0,5983	0,5698
3	0,5584	0,8376	1	0,6809	0,6382	0,7151	0,1823	0,5926	0,6011
4	0,7407	0,6667	0,6809	1	0,7806	0,6125	0,3618	0,4758	0,4986
5	0,6952	0,6182	0,6382	0,7806	1	0,5556	0,4217	0,453	0,433
6	0,51	0,755	0,7151	0,6125	0,5556	1	0,1795	0,6895	0,5812
7	0,4501	0,1481	0,1823	0,3618	0,4217	0,1795	1	0,2934	0,3333
8	0,3903	0,5983	0,5926	0,4758	0,453	0,6895	0,2934	1	0,6125
9	0,4103	0,5698	0,6011	0,4986	0,433	0,5812	0,3333	0,6125	1

Таблица 3.3. Стойности на  $\mu$

Индикатори 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) и 3 („Изискване за капитал при начинание – стартиращ бизнес“) са в силен дисонанс;

Индикатори 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) и 6 („Стабилност на банките“) са в силен дисонанс;

Индикатори 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) и 7 („Необслужвани кредити като % от общо кредити“) са в силен дисонанс;

Индикатори 2 („Финансиране на малък и среден бизнес“) и 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) са в силен дисонанс;

Индикатори 2 („Финансиране на малък и среден бизнес“) и 4 („Пазарна капитализация като % от БВП“) са в дисонанс;

Индикатори 2 („Финансиране на малък и среден бизнес“) и 7 („Необслужвани кредити като % от общо кредити“) са в негативен консонанс;

Индикатори 3 („Изискване за капитал при стартиращ бизнес“) и 1 („Местни кредити като % от БВП (Брутен вътрешен продукт)“) са в силен дисонанс;

Индикатори 3 („Изискване за капитал при стартиращ бизнес“) и 5 („Застрахователни премии, като обем от БВП“) са в дисонанс;

Индикатори 4 („Пазарна капитализация % от БВП“) и 6 („Стабилност на банките“) са в дисонанс;

Индикатори 4 („Пазарна капитализация като % от БВП“) и 8 („Кредитен гап в %“) са в силен дисонанс;

Индикатори 5 („Застрахователни премии, като обем от БВП“) и 6 („Стабилност на банките“) са в силен дисонанс;

Индикатори 5 („Застрахователни премии, като обем от БВП“) и 8 („Кредитен gap в %“) са в силен дисонанс;

Индикатори 6 („Стабилност на банките“) и 8 („Кредитен gap в %“) са в слаб дисонанс;

Индикатори 9 („Регулаторно изискване за капиталово съотношение като % от ОРПА“) и 4 („Пазарна капитализация като % от БВП“) са в силен дисонанс.

<i>v</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0,4131	0,4046	0,2564	0,2906	0,4644	0,5385	0,604	0,5812
2	0,4131	0	0,0769	0,2821	0,3191	0,1709	0,792	0,3476	0,3732
3	0,4046	0,0769	0	0,2849	0,3162	0,2279	0,7806	0,3704	0,359
4	0,2564	0,2821	0,2849	0	0,208	0,3647	0,6296	0,5214	0,4957
5	0,2906	0,3191	0,3162	0,208	0	0,416	0,5584	0,5328	0,5499
6	0,4644	0,1709	0,2279	0,3647	0,416	0	0,7892	0,2849	0,3903
7	0,5385	0,792	0,7806	0,6296	0,5584	0,7892	0	0,7009	0,6524
8	0,604	0,3476	0,3704	0,5214	0,5328	0,2849	0,7009	0	0,3789
9	0,5812	0,3732	0,359	0,4957	0,5499	0,3903	0,6524	0,3789	0

Таблица 3.4. Стойности на *v*

Анализът на данните показва наличие на зависимост между критерий 1 („Вътрешно кредитиране на частния сектор от банки като % от БВП“) и критерий 4 („Пазарна капитализация като % от БВП“). И двата показателя показват развитието на икономиката и това е основната причина за връзка им.

При този анализ също се проявява зависимост между критерий 3 („Изискване за капитал при стартиращ бизнес“) и критерий 2 („Финансиране на МСП“). Тя показва способността на малкия или стартиращия бизнес да намерят капитал, за да

финансират бизнеса си. Анализирайки останалите резултати може да се каже, че се наблюдава и още една зависимост между критерий 6 („Стабилност на банките“) и критерий 8 („Кредитен гап в %“).

При анализа на данните се забелязва слаба зависимост между критерий 6 („Стабилност на банката“) и критерий 7 („Необслужвани кредити като % от общо кредити“). Отново обяснението е, че това се дължи на значението на тези критерии. Ако една банка е стабилна, нивото на нейните необслужвани кредити е много малко или размерът им се покрива в голяма степен с активи.

Представените резултати показват слаба зависимост и между критерий 7 („Необслужвани кредити като % от общия кредит“) и критерий 8 („Кредитен гап в %“). Основната причина за това е, че кредитният гап е ранен индикатор за прогнозиране на финансова криза. Високото ниво на необслужвани кредити може да бъде причина за такава криза.

Изводите направени при анализа на данните от докладите за конкурентоспособност за 2018 г. и за 2019 г., показват, че силните и слабите зависимости между индикаторите се проявяват по един и същи начин. Чрез метода на интеркритериалния анализ по един безспорен начин се потвърждава влиянието им, като следствие на икономическото значение на индикаторите и очакваната връзка между тях.

### **3.3. Анализ на финансовите показатели на страни членки на ЕС за 2020 г.**

В Европа страните които са част от Европейския съюз, дейността на банките им се контролира от надзорната институция на дадената страна и от Европейската централна банка (ЕЦБ), [131]. Това представлява така наречения Единен надзорен механизъм, [81]. ЕЦБ е независима институция към Европейския съвет. Всяка година Европейската централна банка извършва преглед на критериите за значимост и на институциите които са включени, както и дали няма нови кредитни институции,

които следва да се наблюдават.

В тази връзка на интернет страницата си централната банка публикува доклад за прегледа. В него съобщава за следващата отчетна година колко са значимите кредитни институции които ще наблюдава и кои са новите, както и по какви критерии са определени за значими. Също така обявява и дали има промяна при някоя институция в критериите за значимост. Европейската централна банка регулира дейността на кредитните институции посредством издадени Регламенти за изпълнение. Основният Регламент е Регламент 575/2013, [8].

В публикация [\*45] са анализирани данни от отчета на ЕЦБ – Надзорна банкова статистика за 2020 г. от [113], като е използван за целите на анализа метода - Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA). Посредством него се анализира масив от данни, показват се взаимовръзки, които на пръв поглед може да са невидими, научно обосновано се потвърждават очаквани взаимодействия.

Анализът е проведен за избрани осем страни членки на ЕС (Германия, Испания, Франция, Италия, Люксембург, Нидерландия, Австрия и Португалия) за 2020 г. със следните индикатори:

Данни за печалбите и загубите по страни:

1. Нетен лихвен доход;
2. Нетни приходи от такси и комисионни;
3. Нетни приходи от търговия;
4. Нетни курсови разлики;
5. Други нетни оперативни приходи;
6. Оперативни приходи;
7. Административни разходи и обезценка;
8. Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци;

9. Обезценка и провизии;
10. Други;
11. Печалба или загуба преди данъци;
12. Данъчни приходи или разходи;
13. Нетна печалба или загуба;

На Фиг. 3.3. са представени данните, използвани в изследването, за Печалбите и загубите по страни, публикувани в отчета на Европейската централна банка - Надзорна банкова статистика за четвърто тримесечие на 2020 г.

Ключови рискови индикатори по страни:

14. RoA – Възвращаемост на активите;
15. RoE – Възвращаемост на капитала;
16. CIR – Съотношение на приходите и разходите;
17. COR – Цена на риска;

На Фиг. 3.4 са представени данните за ключовите рискови индикатори, по страни, които са използвани в изследването от отчета Европейската централна банка - Надзорна банкова статистика за четвърто тримесечие на 2020 г.

Необслужвани кредити по страни:

18. Кредити и аванси;
19. Необслужвани кредити и аванси;
20. Съотношение на необслужваните кредити и аванси в %.

Икономическата същност на индикаторите, източниците на данни и причините за избора са подробно описани в Глава 2 на настоящия дисертационен труд.

### T02.01.2 Profit and loss figures by country

(EUR millions; percentages)

Profit and loss <sup>1) 2)</sup> (Q4 2020)	Total	Belgium	Bulgaria	Germany	Estonia	Ireland	Greece	Spain	France	Croatia <sup>7)</sup>	Italy
Net interest income	259,391.66	6,002.34	C	31,677.44	572.04	5,549.98	5,524.05	58,965.95	69,909.25	-	28,062.09
Net fee and commission income	140,314.47	3,288.57	C	21,012.61	193.11	2,504.33	1,208.45	20,685.06	51,251.96	-	21,947.75
Net trading income	22,140.27	-126.95	C	3,019.84	6.35	241.61	59.32	4,587.49	12,292.42	-	938.07
Exchange differences, net	-1,678.70	350.28	C	106.50	28.62	48.39	42.06	-2,201.07	-711.84	-	545.22
Net other operating income <sup>3)</sup>	27,710.99	233.86	C	3,857.33	88.58	1,034.75	2,553.57	3,833.25	7,534.51	-	5,484.07
<b>Operating income <sup>4)</sup></b>	<b>447,978.69</b>	<b>10,348.09</b>	<b>C</b>	<b>59,673.72</b>	<b>888.69</b>	<b>9,379.07</b>	<b>9,387.45</b>	<b>85,870.72</b>	<b>140,276.31</b>	<b>-</b>	<b>56,997.20</b>
Administrative expenses and depreciation	-295,788.51	-6,344.57	C	-45,696.86	-490.22	-6,501.54	-3,949.24	-45,799.62	-100,191.51	-	-41,654.56
<b>Net income before impairment, provisions and taxes</b>	<b>152,190.18</b>	<b>4,003.52</b>	<b>C</b>	<b>14,006.86</b>	<b>398.47</b>	<b>2,877.53</b>	<b>5,438.21</b>	<b>40,671.09</b>	<b>40,084.80</b>	<b>-</b>	<b>15,342.65</b>
Impairment and provisions <sup>5)</sup>	-118,222.53	-1,648.59	C	-10,751.10	C	C	-6,086.51	-37,862.74	-22,621.72	-	-18,321.74
Other	17,719.64	318.59	C	48.39	C	C	-232.51	2,307.39	10,920.25	-	2,984.87
<b>Profit and loss before tax <sup>6)</sup></b>	<b>45,268.96</b>	<b>2,673.52</b>	<b>C</b>	<b>3,333.46</b>	<b>340.14</b>	<b>-1,614.12</b>	<b>-1,245.18</b>	<b>-1,897.04</b>	<b>28,129.72</b>	<b>-</b>	<b>1,218.24</b>
Tax expenses or income	-21,754.74	-529.89	C	-2,026.32	-40.18	148.01	-507.43	-7,119.13	-6,595.65	-	-744.09
<b>Net profit/loss</b>	<b>23,514.22</b>	<b>2,143.63</b>	<b>C</b>	<b>1,307.14</b>	<b>299.98</b>	<b>-1,466.11</b>	<b>-1,752.61</b>	<b>-8,918.17</b>	<b>21,534.07</b>	<b>-</b>	<b>474.15</b>
Net interest income/Operating income	57.90%	63.80%	C	53.08%	64.37%	59.17%	58.85%	68.67%	49.84%	-	49.27%
Net fee and commission income/Operating income	31.32%	31.78%	C	35.21%	21.73%	26.70%	12.87%	24.09%	36.54%	-	38.51%
Net trading income/Operating income	4.94%	-1.23%	C	5.06%	0.71%	2.58%	0.63%	5.34%	8.76%	-	1.65%

Profit and loss <sup>1) 2)</sup> (Q4 2020)	Cyprus	Latvia	Lithuania	Luxembourg	Malta	Netherlands	Austria	Portugal	Slovenia	Slovakia <sup>7)</sup>	Finland
Net interest income	742.16	C	339.07	1,156.84	301.78	29,559.47	10,161.27	3,137.96	C	-	6,159.69
Net fee and commission income	220.56	C	182.45	1,587.24	93.50	6,419.85	4,564.95	1,491.11	C	-	3,180.05
Net trading income	C	C	20.67	152.17	C	272.14	111.33	-74.72	C	-	518.22
Exchange differences, net	C	C	17.16	38.68	C	149.53	-111.05	184.51	C	-	C
Net other operating income <sup>3)</sup>	64.63	C	17.85	276.19	3.42	1,548.15	716.06	-291.92	C	-	C
<b>Operating income <sup>4)</sup></b>	<b>1,058.03</b>	<b>C</b>	<b>577.20</b>	<b>3,214.13</b>	<b>418.30</b>	<b>37,949.15</b>	<b>15,442.57</b>	<b>4,446.94</b>	<b>C</b>	<b>-</b>	<b>10,501.90</b>
Administrative expenses and depreciation	-705.39	C	-257.88	-2,532.23	-313.62	-23,063.30	-9,389.93	-2,647.35	C	-	-5,945.55
<b>Net income before impairment, provisions and taxes</b>	<b>350.64</b>	<b>C</b>	<b>319.32</b>	<b>681.90</b>	<b>104.68</b>	<b>14,865.85</b>	<b>6,052.64</b>	<b>1,799.59</b>	<b>C</b>	<b>-</b>	<b>4,556.35</b>
Impairment and provisions <sup>5)</sup>	C	C	-30.86	-190.11	C	-8,765.31	-2,879.99	-2,262.58	C	-	-1,273.97
Other	C	C	-0.24	8.09	C	280.14	172.75	167.75	C	-	C
<b>Profit and loss before tax <sup>6)</sup></b>	<b>-95.24</b>	<b>C</b>	<b>288.27</b>	<b>499.87</b>	<b>-40.78</b>	<b>6,380.68</b>	<b>3,345.39</b>	<b>-324.62</b>	<b>C</b>	<b>-</b>	<b>C</b>
Tax expenses or income	-17.71	C	-55.35	-114.80	-4.09	-2,291.61	-789.04	-292.60	C	-	C
<b>Net profit/loss</b>	<b>-112.95</b>	<b>C</b>	<b>232.93</b>	<b>385.07</b>	<b>-44.87</b>	<b>4,089.08</b>	<b>2,556.35</b>	<b>-617.22</b>	<b>C</b>	<b>-</b>	<b>2,806.80</b>
Net interest income/Operating income	70.28%	C	58.74%	36.09%	72.14%	77.89%	65.80%	70.56%	C	-	58.65%
Net fee and commission income/Operating income	20.89%	C	31.61%	49.38%	22.35%	16.92%	29.56%	33.53%	C	-	30.28%
Net trading income/Operating income	C	C	3.58%	4.73%	C	0.72%	0.72%	-1.68%	C	-	4.92%

Source: ECB.

Notes: Significant institutions at the highest level of consolidation for which common reporting (COREP) and financial reporting (FINREP) are available.

C: the value is suppressed for confidentiality reasons.

1) Profit and loss statement figures may be based on different financial years. To increase consistency, if the end of the financial year is not 31 December, a linear projection of the figures has been made for each reporting period.

2) Figures reported are year-to-date.

3) This includes, among other items, gains or losses resulting from the valuation of financial assets/liabilities at fair value, where those financial assets/liabilities are not reported as "held for trading".

4) Operating income before administrative expenses and depreciation are deducted.

5) Provisions include provisions for "commitments and guarantees given" and "other provisions".

6) Profit and loss before tax from continued operations (i.e. "net income before impairment, provisions and taxes" + "impairment and provisions" + "other") plus profit and loss before tax from discontinued operations.

7) There are no significant institutions at the highest level of consolidation in Croatia and Slovakia.

Фиг. 3.3. Данни от ЕЦБ – Надзорна банкова статистика за четвърто тримесечие на 2020 г.

## T02.02.2 Key performance indicators by country

(percentages)

Country <sup>1) 2)</sup> (Q4 2020)	Return on equity (RoE)	Return on assets (RoA)	Cost-to-income ratio (CiR)	Cost of Risk (CoR) <sup>4)</sup>
Belgium	5.49%	0.37%	61.31%	0.61%
Bulgaria	C	C	C	C
Germany	0.57%	0.03%	76.53%	0.43%
Estonia	6.75%	0.82%	55.16%	0.30%
Ireland	-2.92%	-0.29%	69.32%	1.52%
Greece	-6.81%	-0.62%	42.07%	0.76%
Spain	-4.15%	-0.26%	52.64%	1.22%
France	4.23%	0.26%	71.42%	0.53%
Croatia <sup>3)</sup>	-	-	-	-
Italy	0.26%	0.02%	73.08%	0.73%
Cyprus	-3.26%	-0.27%	66.80%	2.54%
Latvia	C	C	C	C
Lithuania	10.60%	0.86%	44.68%	0.25%
Luxembourg	2.88%	0.21%	78.78%	0.16%
Malta	-2.52%	-0.20%	74.97%	1.26%
Netherlands	3.20%	0.18%	60.83%	0.49%
Austria	5.09%	0.43%	60.81%	0.74%
Portugal	-3.20%	-0.28%	59.53%	1.24%
Slovenia	C	C	C	C
Slovakia <sup>3)</sup>	-	-	-	-
Finland	5.84%	0.41%	56.61%	0.32%

Source: ECB.

Notes: Significant institutions at the highest level of consolidation for which common reporting (COREP) and financial reporting (FINREP) are available.

C: the value is suppressed for confidentiality reasons.

1) RoE and RoA are computed by dividing "net profit/loss" by, respectively, "equity" and "total assets" at the end of the corresponding reference period. The values of "net profit/loss", originally year-to-date, are annualised to increase the comparability of the ratios across quarters.

2) Returns figures may be based on different financial years. To increase consistency, if the end of the financial year is not 31 December, a linear projection of the figures has been made for each reporting period.

3) There are no significant institutions at the highest level of consolidation in Croatia and Slovakia.

4) As set out in the list of definitions of ITS data points, the numerator of the cost of risk indicator is adjustments in allowances for estimated loan losses during the relevant period (annualised). Those adjustments may be negative in certain circumstances.

Фиг. 3.4. Ключови индикатори по страни за 2020 г.



### T04.02.2 Asset quality: non-performing loans and advances by country

(EUR billions; percentages)

Country (Q4 2020)	Loans and advances <sup>2)</sup>	Non-performing loans and advances	Non-performing loans ratio
Belgium	450.72	7.89	1.75%
Bulgaria	C	C	C
Germany	2,792.34	33.43	1.20%
Estonia	33.49	0.40	1.19%
Ireland	369.86	12.43	3.36%
Greece	210.16	53.68	25.54%
Spain	2,381.57	69.67	2.93%
France	5,440.22	119.26	2.19%
Croatia <sup>1)</sup>	-	-	-
Italy	1,872.10	77.34	4.13%
Cyprus	32.07	3.27	10.21%
Latvia	C	C	C
Lithuania	25.32	0.32	1.25%
Luxembourg	147.77	1.16	0.78%
Malta	16.54	0.57	3.46%
Netherlands	1,948.22	36.94	1.90%
Austria	475.40	9.99	2.10%
Portugal	148.46	8.13	5.48%
Slovenia	C	C	C
Slovakia <sup>1)</sup>	-	-	-
Finland	505.29	7.66	1.51%
<b>Total</b>	<b>16,890.71</b>	<b>443.54</b>	<b>2.63%</b>

Source: ECB.

Notes: Significant institutions at the highest level of consolidation for which common reporting (COREP) and financial reporting (FINREP) are available.

C: the value is suppressed for confidentiality reasons.

1) There are no significant institutions at the highest level of consolidation in Croatia and Slovakia.

2) Loans and advances in the asset quality tables are displayed at gross carrying amount. In line with FINREP: i) held for trading exposures are excluded, ii) cash balances at central banks and other demand deposits are included.

Фиг. 3.5. Качество на активите за 2020 г.

На Фиг. 3.5 е представена една от таблиците за качеството на активите - данните за необслужваните кредити, по страни които са използвани в изследването от отчета на Европейската централна банка - Надзорна банкова статистика, четвърто тримесечие на 2020 г. Получените резултати след обработка, прилагайки метода на Интеркритериалния анализ са представени в следващите Таблица 3.5 и Таблица 3.6.

$\mu$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	0,8214	0,8929	0,3214	0,8214	0,9643	0,0714	0,8571	0,1071	0,7857	0,6429	0,1071	0,6429	0,5	0,5	0,4643	0,464	0,964	0,8571	0,5
2	0,8214	1	0,8571	0,4286	1	0,8571	0,1071	0,8214	0,1429	0,8214	0,6786	0,2857	0,6786	0,536	0,5357	0,5714	0,429	0,857	0,8929	0,536
3	0,8929	0,8571	1	0,3571	0,8571	0,9286	0,1071	0,8214	0,1429	0,75	0,6071	0,2143	0,6071	0,464	0,4643	0,5714	0,429	0,857	0,8214	0,464
4	0,3214	0,4286	0,3571	1	0,4286	0,3571	0,6071	0,3929	0,6429	0,4643	0,4643	0,7143	0,4643	0,393	0,3214	0,5714	0,5	0,357	0,4643	0,536
5	0,8214	1	0,8571	0,4286	1	0,8571	0,1071	0,8214	0,1429	0,8214	0,6786	0,2857	0,6786	0,536	0,5357	0,5714	0,429	0,857	0,8929	0,536
6	0,9643	0,8571	0,9286	0,3571	0,8571	1	0,0357	0,8929	0,0714	0,8214	0,6071	0,1429	0,6071	0,464	0,4643	0,5	0,5	0,929	0,8929	0,536
7	0,0714	0,1071	0,1071	0,6071	0,1071	0,0357	1	0,1429	0,8929	0,2143	0,3571	0,8214	0,3571	0,5	0,5	0,4643	0,536	0,036	0,1429	0,5
8	0,8571	0,8214	0,8214	0,3929	0,8214	0,8929	0,1429	1	0,0357	0,8571	0,5714	0,1071	0,5714	0,429	0,4286	0,3929	0,607	0,821	0,9286	0,643
9	0,1071	0,1429	0,1429	0,6429	0,1429	0,0714	0,8929	0,0357	1	0,1786	0,4643	0,8571	0,4643	0,607	0,6071	0,5714	0,429	0,143	0,1071	0,393
10	0,7857	0,8214	0,75	0,4643	0,8214	0,8214	0,2143	0,8571	0,1786	1	0,6429	0,25	0,6429	0,5	0,5	0,3929	0,607	0,75	0,9286	0,714
11	0,6429	0,6786	0,6071	0,4643	0,6786	0,6071	0,3571	0,5714	0,4643	0,6429	1	0,3214	1	0,857	0,7857	0,6071	0,393	0,679	0,6429	0,429
12	0,1071	0,2857	0,2143	0,7143	0,2857	0,1429	0,8214	0,1071	0,8571	0,25	0,3214	1	0,3214	0,464	0,4643	0,6429	0,429	0,143	0,1786	0,464
13	0,6429	0,6786	0,6071	0,4643	0,6786	0,6071	0,3571	0,5714	0,4643	0,6429	1	0,3214	1	0,857	0,7857	0,6071	0,393	0,679	0,6429	0,429
14	0,5	0,5357	0,4643	0,3929	0,5357	0,4643	0,5	0,4286	0,6071	0,5	0,8571	0,4643	0,8571	1	0,9286	0,6071	0,393	0,536	0,5	0,357
15	0,5	0,5357	0,4643	0,3214	0,5357	0,4643	0,5	0,4286	0,6071	0,5	0,7857	0,4643	0,7857	0,929	1	0,6071	0,321	0,536	0,5	0,286
16	0,4643	0,5714	0,5714	0,5714	0,5714	0,5	0,4643	0,3929	0,5714	0,3929	0,6071	0,6429	0,6071	0,607	0,6071	1	0,143	0,5	0,4643	0,25
17	0,4643	0,4286	0,4286	0,5	0,4286	0,5	0,5357	0,6071	0,4286	0,6071	0,3929	0,4286	0,3929	0,393	0,3214	0,1429	1	0,429	0,5357	0,893
18	0,9643	0,8571	0,8571	0,3571	0,8571	0,9286	0,0357	0,8214	0,1429	0,75	0,6786	0,1429	0,6786	0,536	0,5357	0,5	0,429	1	0,8214	0,464
19	0,8571	0,8929	0,8214	0,4643	0,8929	0,8929	0,1429	0,9286	0,1071	0,9286	0,6429	0,1786	0,6429	0,5	0,5	0,4643	0,536	0,821	1	0,643
20	0,5	0,5357	0,4643	0,5357	0,5357	0,5357	0,5	0,6429	0,3929	0,7143	0,4286	0,4643	0,4286	0,357	0,2857	0,25	0,893	0,464	0,6429	1

Таблица 3.5. Стойности на  $\mu$

След провеждане на Интеркритериалния анализ са установени следните зависимости между индикаторите:

Индикатори 1 (*“Нетен лихвен доход“*) и 6 (*“Оперативни приходи“*) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 1 (*“Нетен лихвен доход“*) и 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) са в негативен консонанс;

Индикатори 1 (*“Нетен лихвен доход“*) и 16 (*“Съотношение на приходите и разходите“*) са в силен дисонанс;

Индикатори 1 (*“Нетен лихвен доход“*) и 18 (*“Кредити и аванси“*) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 2 (*“Нетен доход от такси и комисионни“*) и 5 (*“Други нетни оперативни приходи“*) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 2 (*“Нетен доход от такси и комисионни“*) и 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) са в негативен консонанс;

Индикатори 2 (*“Нетен доход от такси и комисионни“*) и 15 (*“Възвращаемост на капитала“*) са в силен дисонанс;

Индикатори 3 (*“Нетен доход от търговия“*) и 4 (*“Нетни курсови разлики“*) са в дисонанс;

Индикатори 3 (*“Нетен доход от търговия“*) и 6 (*“Оперативни приходи“*) са в позитивен консонанс;

Индикатори 3 (*“Нетен доход от търговия“*) и 15 (*“Възвращаемост на капитала“*) са в силен дисонанс;

Индикатори 4 (*“Нетни курсови разлики“*) и 6 (*“Оперативни приходи“*) са в дисонанс;

Индикатори 4 (*“Нетни курсови разлики“*) и 11 (*“Печалба или загуба преди*

данъци”) са в силен дисонанс;

Индикатори 5 (*“Други нетни оперативни приходи“*) и 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) са в негативен консонанс;

Индикатори 5 (*“Други нетни оперативни приходи“*) и 19 (*“Необслужвани кредити и аванси“*) са в позитивен консонанс;

Индикатори 6 (*“Оперативни приходи“*) и 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 6 (*“Оперативни приходи“*) и 16 (*“Съотношение на приходите и разходите“*) са в силен дисонанс;

Индикатори 6 (*“Оперативни приходи“*) и 18 (*“Кредити и аванси“*) са в позитивен консонанс;

Индикатори 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) и 9 (*“Обезценка и провизии“*) са в позитивен консонанс;

Индикатори 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) и 14 (*“Възвращаемост на активите“*) са в силен дисонанс;

Индикатори 7 (*“Административни разходи и обезценка“*) и 18 (*“Кредити и аванси“*) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 8 (*“Нетни приходи преди обезценка и провизии“*) и 9 (*“Обезценка и провизии“*) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 8 (*“Нетни приходи преди обезценка, провизии и данъци“*) и 19 (*“Необслужвани кредити и аванси“*) са в позитивен консонанс;

Индикатори 9 (*“Обезценка и провизии“*) и 19 (*“Необслужвани кредити и аванси“*) са в негативен консонанс;

Индикатори 11 (*“Печалба или загуба преди данъци“*) и 13 (*“Нетна печалба или загуба“*) са в силен позитивен консонанс;

$\nu$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	131	4	15	16	17	18	19	20
1	0	0,1786	0,1071	0,6786	0,1786	0,0357	0,9286	0,1429	0,8929	0,2143	0,3571	0,8929	0,3571	0,5	0,5	0,5357	0,536	0,036	0,1429	0,5
2	0,1786	0	0,1429	0,5714	0	0,1429	0,8929	0,1786	0,8571	0,1786	0,3214	0,7143	0,3214	0,464	0,4643	0,4286	0,571	0,143	0,1071	0,464
3	0,1071	0,1429	0	0,6429	0,1429	0,0714	0,8929	0,1786	0,8571	0,25	0,3929	0,7857	0,3929	0,536	0,5357	0,4286	0,571	0,143	0,1786	0,536
4	0,6786	0,5714	0,6429	0	0,5714	0,6429	0,3929	0,6071	0,3571	0,5357	0,5357	0,2857	0,5357	0,607	0,6786	0,4286	0,5	0,643	0,5357	0,464
5	0,1786	0	0,1429	0,5714	0	0,1429	0,8929	0,1786	0,8571	0,1786	0,3214	0,7143	0,3214	0,464	0,4643	0,4286	0,571	0,143	0,1071	0,464
6	0,0357	0,1429	0,0714	0,6429	0,1429	0	0,9643	0,1071	0,9286	0,1786	0,3929	0,8571	0,3929	0,536	0,5357	0,5	0,5	0,071	0,1071	0,464
7	0,9286	0,8929	0,8929	0,3929	0,8929	0,9643	0	0,8571	0,1071	0,7857	0,6429	0,1786	0,6429	0,5	0,5	0,5357	0,464	0,964	0,8571	0,5
8	0,1429	0,1786	0,1786	0,6071	0,1786	0,1071	0,8571	0	0,9643	0,1429	0,4286	0,8929	0,4286	0,571	0,5714	0,6071	0,393	0,179	0,0714	0,357
9	0,8929	0,8571	0,8571	0,3571	0,8571	0,9286	0,1071	0,9643	0	0,8214	0,5357	0,1429	0,5357	0,393	0,3929	0,4286	0,571	0,857	0,8929	0,607
10	0,2143	0,1786	0,25	0,5357	0,1786	0,1786	0,7857	0,1429	0,8214	0	0,3571	0,75	0,3571	0,5	0,5	0,6071	0,393	0,25	0,0714	0,286
11	0,3571	0,3214	0,3929	0,5357	0,3214	0,3929	0,6429	0,4286	0,5357	0,3571	0	0,6786	0	0,143	0,2143	0,3929	0,607	0,321	0,3571	0,571
12	0,8929	0,7143	0,7857	0,2857	0,7143	0,8571	0,1786	0,8929	0,1429	0,75	0,6786	0	0,6786	0,536	0,5357	0,3571	0,571	0,857	0,8214	0,536
13	0,3571	0,3214	0,3929	0,5357	0,3214	0,3929	0,6429	0,4286	0,5357	0,3571	0	0,6786	0	0,143	0,2143	0,3929	0,607	0,321	0,3571	0,571
14	0,5	0,4643	0,5357	0,6071	0,4643	0,5357	0,5	0,5714	0,3929	0,5	0,1429	0,5357	0,1429	0	0,0714	0,3929	0,607	0,464	0,5	0,643
15	0,5	0,4643	0,5357	0,6786	0,4643	0,5357	0,5	0,5714	0,3929	0,5	0,2143	0,5357	0,2143	0,071	0	0,3929	0,679	0,464	0,5	0,714
16	0,5357	0,4286	0,4286	0,4286	0,4286	0,5	0,5357	0,6071	0,4286	0,6071	0,3929	0,3571	0,3929	0,393	0,3929	0	0,857	0,5	0,5357	0,75
17	0,5357	0,5714	0,5714	0,5	0,5714	0,5	0,4643	0,3929	0,5714	0,3929	0,6071	0,5714	0,6071	0,607	0,6786	0,8571	0	0,571	0,4643	0,107
18	0,0357	0,1429	0,1429	0,6429	0,1429	0,0714	0,9643	0,1786	0,8571	0,25	0,3214	0,8571	0,3214	0,464	0,4643	0,5	0,571	0	0,1786	0,536
19	0,1429	0,1071	0,1786	0,5357	0,1071	0,1071	0,8571	0,0714	0,8929	0,0714	0,3571	0,8214	0,3571	0,5	0,5	0,5357	0,464	0,179	0	0,357
20	0,5	0,4643	0,5357	0,4643	0,4643	0,4643	0,5	0,3571	0,6071	0,2857	0,5714	0,5357	0,5714	0,643	0,7143	0,75	0,107	0,536	0,3571	0

Таблица 3.6. Стойности на  $\nu$

Индикатори 12 (*“Данъчни приходи или разходи“*) и 13 (*“Нетна печалба или загуба“*) са в дисонанс;

Индикатори 14 (*“Възвращаемост на активите“*) и 15 (*“Възвращаемост на капитала“*) са в позитивен консонанс;

Индикатори 16 (*“Съотношение на приходите и разходите“*) и 18 (*“Кредити и аванси“*) са в силен дисонанс;

Индикатори 17 (*“Цена на риска“*) и 20 (*“Съотношение за необслужваните кредити и аванси като %“*) са в позитивен консонанс.

От представените данни се забелязва, че има изразена зависимост между критерий 1 (*“Нетен доход от лихви“*) и критерий 18 (*“Кредити и аванси“*), както и между критерий 1 (*“Нетен доход от лихви“*) и критерий 19 (*„Необслужвани кредити“*). Основната причина за това е фактът, че кредитите са доходоносни активи и носят основните приходи на банката като лихви, такси и комисиони. Това се потвърждава и при следващата установена зависимост между критерий 2 (*„Нетни приходи от такси и комисионни“*) и критерий 19 (*“Необслужвани кредити и аванси“*).

Отчита се наличие на зависимост между критерий 6 (*„Оперативен приходи“*) и критерий 18 (*“Кредити и аванси“*). Това се дължи на факта, че оперативните приходи са основният приход в банковата печалба, формирани от кредитната дейност.

Когато анализираме получените резултати, виждаме също зависимост между коефициентите *RoA* и *RoE*. Това се дължи на факта, че те са основните показатели за това колко печеливша е една банка, каква е възвращаемостта на активите и на капитала ѝ.

Наблюдава се зависимост и между критерий 17 (*„Цена на риска (COR)“*) и 20 (*„Съотношение за необслужваните кредити и аванси като %“*). Това се дължи на

метода на тяхното изчисляване. *COR* е съотношението на обезценката и нивото на кредитите. Той е индикатор за очаквани загуби. Коефициентът на необслужвани заеми е съотношението между необслужваните заеми и заемите и авансите в банковия баланс. Проявата на изразена зависимост между някои от наблюдаваните индикатори се дължи, както на икономическата им същност, така и на начина, по които се изчисляват.

Анализът на данните, показва слаба зависимост между критерий 6 („*Оперативен доход*“) и критерий 7 („*Административни разходи и обезценка*“). Основната причина за това е, че административните разходи и обезценка са разходи за банките, а оперативния доход е основен приход. Същите зависимости се наблюдават и при критерии, като например критерий 8 („*Нетни приходи преди обезценка и провизии*“) и критерий 9 („*Обезценка и провизии*“), и при критерий 7 („*Административни разходи и обезценка*“) и критерий 18 („*Кредити и аванси*“).

Проявата на слаба зависимост между индикаторите има своето икономическо обяснение. В Отчета за приходите и разходите на една кредитна институция единият индикатор е приход, а другият е разход. Също така единият от критериите е от Отчета за приходите и разходите, а другият от актива на Баланса на институцията, който няма връзка и не поражда запис в Отчета за приходи или разходи.

### **3.4. Сравнителен анализ на финансовите показатели на страни членки на ЕС за периода 2020-2021**

Считано от 28.06.2021 г., изискванията за отчетност от страна на кредитните институции се уреждат в Регламент за изпълнение (ЕС) 2021/451 [10], който заменя Регламент за изпълнение (ЕС) №680/2014 [9]. Регламент 2021/451 установява единни формати и образци за докладване, указания и методология за използването на тези образци, честота и дати на докладване, определения и информационни

технологии за докладването, [130].

При провеждането на това изследване, представно в [\*48], са използвани данни от отчета на Европейската централна банка - Надзорна банкова статистика за четвърто тримесечие на 2021 г. [114], аналогично на предходното изследване са анализирани следните индикатори:

Индикаторите за печалба и загуба по страни:

1. Нетен лихвен доход;
2. Нетни приходи от такси и комисионни;
3. Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия;
4. Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата;
5. Нетни печалби или загуби от отчитане на хеджиране;
6. Нетни курсови разлики;
7. Други нетни оперативни приходи;
8. Оперативни приходи;
9. Административни разходи и обезценка;
10. Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци;
11. Обезценка и провизии;
12. Други;
13. Печалба или загуба преди данъци;
14. Данъчни приходи или разходи;
15. Нетна печалба или загуба;



## T02.01.2 Profit and loss figures by country

(EUR millions; percentages)

Profit and loss <sup>1) 2)</sup> (Q4 2021)	Total	Belgium	Bulgaria	Germany	Estonia	Ireland	Greece	Spain	France	Croatia <sup>6)</sup>	Italy
Net interest income	260,699.24	6,669.80	C	30,757.97	588.89	5,219.90	5,315.02	61,284.87	69,674.40	-	28,531.84
Net fee and commission income	160,291.05	3,742.86	C	26,743.28	211.92	3,021.31	1,446.82	23,146.24	55,517.04	-	25,390.29
Net gains or losses on financial assets and liabilities held for trading	30,399.84	600.28	C	2,476.79	58.84	550.07	273.60	1,457.57	19,836.65	-	2,388.49
Net gains or losses on financial assets and liabilities at fair value through profit and loss	3,169.98	C	C	3,597.29	C	156.55	C	1,138.10	-2,263.82	-	-381.16
Net gains or losses from hedge accounting	-161.59	-112.04	C	-49.40	C	-6.87	C	-282.14	192.22	-	113.25
Exchange differences, net	2,470.11	C	C	289.19	-14.78	52.69	54.46	560.13	1,168.50	-	-25.41
Net other operating income	24,257.20	368.71	C	1,682.55	30.65	890.71	-925.89	2,753.81	9,319.77	-	5,976.97
<b>Operating income <sup>3)</sup></b>	<b>481,125.83</b>	<b>10,950.57</b>	<b>C</b>	<b>65,497.68</b>	<b>868.85</b>	<b>9,884.36</b>	<b>5,995.69</b>	<b>90,058.57</b>	<b>153,444.76</b>	<b>-</b>	<b>61,994.28</b>
Administrative expenses and depreciation	-309,312.05	-6,673.49	C	-47,622.99	-494.35	-7,197.85	-3,979.82	-49,211.49	-103,120.63	-	-42,160.54
<b>Net income before impairment, provisions and taxes</b>	<b>171,813.78</b>	<b>4,277.08</b>	<b>C</b>	<b>17,874.69</b>	<b>374.50</b>	<b>2,686.51</b>	<b>2,015.88</b>	<b>40,847.08</b>	<b>50,324.13</b>	<b>-</b>	<b>19,833.74</b>
Impairment and provisions <sup>4)</sup>	-55,242.96	C	C	-4,073.13	C	C	-6,380.74	-19,551.26	-10,868.02	-	-10,701.79
Other	21,136.78	C	C	172.25	C	C	59.96	8,431.08	8,664.03	-	1,699.87
<b>Profit and loss before tax <sup>5)</sup></b>	<b>140,946.17</b>	<b>5,004.13</b>	<b>C</b>	<b>13,973.47</b>	<b>410.13</b>	<b>3,832.25</b>	<b>-4,250.99</b>	<b>31,812.29</b>	<b>49,037.52</b>	<b>-</b>	<b>10,864.29</b>
Tax expenses or income	-32,816.05	-1,113.68	C	-3,885.99	-47.67	-523.98	-438.31	-7,633.05	-10,615.59	-	-1,258.67
<b>Net profit/loss</b>	<b>108,130.11</b>	<b>3,890.44</b>	<b>C</b>	<b>10,087.48</b>	<b>362.45</b>	<b>3,308.26</b>	<b>-4,689.30</b>	<b>24,179.25</b>	<b>38,421.93</b>	<b>-</b>	<b>9,605.62</b>
Net interest income to operating income	54.19%	60.91%	C	46.96%	67.78%	52.81%	88.65%	68.05%	45.41%	-	46.02%
Net fee and commission income to operating income	33.32%	34.18%	C	40.83%	24.39%	30.57%	24.13%	25.70%	36.18%	-	40.96%
Net gains or losses on financial assets and liabilities held for trading to operating income	6.32%	5.48%	C	3.78%	6.77%	5.57%	4.56%	1.62%	12.93%	-	3.85%

Profit and loss <sup>1) 2)</sup> (Q4 2021)	Cyprus	Latvia	Lithuania	Luxembourg	Malta	Netherlands	Austria	Portugal	Slovenia	Slovakia <sup>6)</sup>	Finland
Net interest income	668.97	C	334.24	1,123.02	295.40	28,824.17	10,275.90	3,171.35	647.63	-	6,714.88
Net fee and commission income	249.15	C	199.65	1,855.66	104.66	7,449.02	5,162.03	1,588.94	352.84	-	3,795.70
Net gains or losses on financial assets and liabilities held for trading	0.21	C	50.71	126.36	C	1,349.26	-570.78	313.72	40.07	-	1,379.29
Net gains or losses on financial assets and liabilities at fair value through profit and loss	C	-1.48	-4.09	43.91	C	633.73	411.95	-77.55	37.54	-	-40.10
Net gains or losses from hedge accounting	C	C	C	1.89	C	142.33	-35.88	14.58	C	-	5.73
Exchange differences, net	24.96	C	C	42.57	11.67	227.18	419.87	17.63	C	-	C
Net other operating income	57.99	11.13	17.97	392.26	-2.17	2,959.24	347.51	224.82	30.92	-	C
<b>Operating income <sup>3)</sup></b>	<b>991.78</b>	<b>C</b>	<b>595.05</b>	<b>3,585.67</b>	<b>417.39</b>	<b>41,584.93</b>	<b>16,010.58</b>	<b>5,253.48</b>	<b>1,107.40</b>	<b>-</b>	<b>11,890.77</b>
Administrative expenses and depreciation	-734.49	C	-282.06	-2,802.18	-367.58	-25,350.14	-9,461.36	-2,557.53	-693.07	-	-6,100.60
<b>Net income before impairment, provisions and taxes</b>	<b>257.29</b>	<b>C</b>	<b>312.99</b>	<b>783.50</b>	<b>49.81</b>	<b>16,234.78</b>	<b>6,549.22</b>	<b>2,695.95</b>	<b>414.33</b>	<b>-</b>	<b>5,790.17</b>
Impairment and provisions <sup>4)</sup>	C	2.85	C	-47.05	C	-1,373.66	-963.30	-1,667.11	28.54	-	-365.04
Other	C	C	C	3.15	C	465.61	516.53	150.29	3.26	-	C
<b>Profit and loss before tax <sup>5)</sup></b>	<b>43.07</b>	<b>198.11</b>	<b>318.45</b>	<b>694.42</b>	<b>82.73</b>	<b>15,493.95</b>	<b>5,733.97</b>	<b>1,266.89</b>	<b>446.13</b>	<b>-</b>	<b>C</b>
Tax expenses or income	-9.40	C	-61.78	-175.09	-29.87	-4,141.75	-1,152.47	-464.84	-22.05	-	C
<b>Net profit/loss</b>	<b>33.67</b>	<b>C</b>	<b>256.68</b>	<b>519.33</b>	<b>52.86</b>	<b>11,352.19</b>	<b>4,581.50</b>	<b>802.05</b>	<b>424.08</b>	<b>-</b>	<b>4,534.98</b>
Net interest income to operating income	67.45%	59.55%	56.17%	31.32%	70.77%	69.31%	64.18%	60.37%	58.48%	-	56.47%
Net fee and commission income to operating income	25.12%	32.90%	33.55%	51.75%	25.07%	17.91%	32.24%	30.25%	31.86%	-	31.92%
Net gains or losses on financial assets and liabilities held for trading to operating income	0.02%	10.34%	8.52%	3.52%	C	3.24%	-3.57%	5.97%	3.62%	-	11.60%

Source: ECB.

Notes: Significant institutions at the highest level of consolidation for which common reporting (COREP) and financial reporting (FINREP) are available.

C: the value is suppressed for confidentiality reasons.

1) Profit and loss statement figures may be based on different financial years. To increase consistency, if the end of the financial year is not 31 December, a linear projection of the figures has been made for each reporting period.

2) Figures reported are year-to-date.

3) Operating income before administrative expenses and depreciation are deducted.

4) Provisions include provisions for "commitments and guarantees given" and "other provisions".

5) Profit and loss before tax from continued operations (i.e. "net income before impairment, provisions and taxes" + "impairment and provisions" + "other") plus profit and loss before tax from discontinued operations.

6) There are no significant institutions at the highest level of consolidation in Croatia and Slovakia.

Фиг. 3.б. Данни за печалбата и загубата, по пера, по страни за 2021 г.

Ключови рискови индикатори по страни:

16. RoA – съотношение за възвращаемост на активите;
17. RoE – съотношение за възвращаемост на капитала;
18. COR – съотношение за цена на риска;
19. CIR – съотношение на приходите и разходите;

**T02.02.2 Key performance indicators by country**  
(percentages)

Country <sup>1) 2)</sup> (Q4 2021)	Return on equity (RoE)	Return on assets (RoA)	Cost-to-income ratio (CIR)	Cost of risk (CoR) <sup>4)</sup>
Belgium	9.35%	0.64%	60.94%	0.15%
Bulgaria	C	C	C	C
Germany	4.09%	0.23%	72.71%	0.22%
Estonia	8.31%	0.98%	56.90%	0.00%
Ireland	5.88%	0.61%	72.82%	-0.01%
Greece	-20.15%	-1.51%	66.38%	5.26%
Spain	10.85%	0.68%	54.64%	1.02%
France	7.15%	0.45%	67.20%	0.41%
Croatia <sup>3)</sup>	-	-	-	-
Italy	5.08%	0.35%	68.01%	0.64%
Cyprus	0.97%	0.07%	74.06%	1.36%
Latvia	10.53%	1.14%	59.12%	C
Lithuania	10.68%	0.81%	47.40%	0.07%
Luxembourg	3.49%	0.26%	78.15%	0.07%
Malta	2.93%	0.21%	88.07%	0.34%
Netherlands	8.35%	0.49%	60.96%	0.09%
Austria	8.73%	0.70%	59.09%	0.41%
Portugal	4.13%	0.33%	48.68%	0.70%
Slovenia	10.48%	1.18%	62.59%	0.22%
Slovakia <sup>3)</sup>	-	-	-	-
Finland	9.34%	0.64%	51.31%	0.17%

Source: ECB.

Notes: Significant institutions at the highest level of consolidation for which common reporting (COREP) and financial reporting (FINREP) are available.

C: the value is suppressed for confidentiality reasons.

1) RoE and RoA are computed by dividing "net profit/loss" by, respectively, "equity" and "total assets" at the end of the corresponding reference period. The values of "net profit/loss", originally year-to-date, are annualised to increase the comparability of the ratios across quarters.

2) Returns figures may be based on different financial years. To increase consistency, if the end of the financial year is not 31 December, a linear projection of the figures has been made for each reporting period.

3) There are no significant institutions at the highest level of consolidation in Croatia and Slovakia.

4) As set out in the list of definitions of ITS data points, the numerator of the cost of risk indicator is adjustments in allowances for estimated loan losses during the relevant period (annualised). Those adjustments may be negative in certain circumstances.

Фиг. 3.7. Ключови индикатори, по страни за 2021 г.

Необслужвани кредити по страни:

20. Кредити и аванси;
21. Необслужвани кредити и аванси;
22. Съотношение на необслужваните кредити и аванси в %.

На следващата фигура в табличен вид са показани оригиналните данни, използвани в изследването, от отчета на Европейската централна банка - Надзорна банкова статистика за четвърто тримесечие на 2021 г., за качеството на активите по страни членки на ЕС, [114].

**T04.02.2 Non-performing loans and advances by country**

(EUR billions; percentages)

Country (Q4 2021)	Loans and advances <sup>2)</sup>	Non-performing loans and advances	Non-performing loans ratio
Belgium	478.39	6.38	1.33%
Bulgaria	C	C	C
Germany	2,951.17	30.63	1.04%
Estonia	33.29	0.27	0.82%
Ireland	415.87	10.26	2.47%
Greece	215.85	15.19	7.04%
Spain	2,705.72	82.43	3.05%
France	5,831.57	110.91	1.90%
Croatia <sup>1)</sup>	-	-	-
Italy	1,958.54	61.21	3.13%
Cyprus	37.46	1.49	3.97%
Latvia	C	C	1.14%
Lithuania	28.79	0.20	0.68%
Luxembourg	163.16	0.95	0.58%
Malta	18.20	0.55	3.03%
Netherlands	2,005.66	28.90	1.44%
Austria	521.58	9.65	1.85%
Portugal	170.57	6.49	3.81%
Slovenia	26.84	0.60	2.22%
Slovakia <sup>1)</sup>	-	-	-
Finland	550.66	6.91	1.25%
<b>Total</b>	<b>18,138.38</b>	<b>373.68</b>	<b>2.06%</b>

Source: ECB.

Notes: Significant institutions at the highest level of consolidation for which common reporting (COREP) and financial reporting (FINREP) are available.

C: the value is suppressed for confidentiality reasons.

1) There are no significant institutions at the highest level of consolidation in Croatia and Slovakia.

2) Loans and advances in the asset quality tables are displayed at gross carrying amount. In line with FINREP: i) held for trading exposures are excluded, ii) cash balances at central banks and other demand deposits are included.

Фиг. 3.8. Качество на активите, по страни за 2021 г.

Анализираните индикатори за четвърто тримесечие на 2021 г. са същите, както индикаторите, които са анализирани от отчета за Надзорната банкова статистика за четвърто тримесечие на 2020 г., [113]. Разлика в индикаторите има в Отчета за 2020 г., където съществува позицията „*Нетни приходи от търговия*“. В следствие на променена отчетност през 2021 г., тя е заменена с по-подробната разбивка на тези приходи, а именно: „*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия*“, „*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата*“ и „*Нетни печалби или загуби от отчитане на хеджиране*“.

В [90] се потвърждават заключенията направени при предишния доклад. Изходните данни са различни, две последователни финансови години са анализирани, получените резултати посредством метода на Интеркритериалния анализ показват сходни позитивни и негативни зависимости.

Получените резултати от проведения анализ са представени в Таблица 3.7 и Таблица 3.8. От представените в тях данни се наблюдават следните зависимости:

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 8 („*Оперативни приходи*“) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 9 („*Административни разходи и обезценка*“) са в негативен консонанс;

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 13 („*Печалба или загуба преди данъци*“) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 14 („*Данъчни приходи или разходи*“) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 15 („*Нетна печалба или загуба*“) са в силен позитивен консонанс;

$\mu$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1	0,8571	0,8214	0,5714	0,5357	0,7857	0,75	0,9643	0,0714	0,9286	0,1786	0,8214	0,9643	0,0357	0,9643	0,6786	0,6071	0,5	0,5714	0,9643	0,9286	0,5
2	0,8571	1	0,8929	0,5714	0,5357	0,7143	0,8214	0,8929	0,0714	0,8571	0,25	0,75	0,8214	0,1786	0,8214	0,5357	0,4643	0,6429	0,5	0,8929	0,8571	0,5
3	0,8214	0,8929	1	0,4643	0,6429	0,6071	0,7857	0,8571	0,1786	0,8214	0,2143	0,7143	0,7857	0,2143	0,7857	0,5	0,4286	0,6071	0,5357	0,8571	0,8214	0,5357
4	0,5714	0,5714	0,4643	1	0,1786	0,6429	0,3929	0,5357	0,4286	0,5	0,5357	0,3929	0,5357	0,4643	0,5357	0,5357	0,4643	0,5	0,4643	0,6071	0,5	0,3571
5	0,5357	0,5357	0,6429	0,1786	1	0,3929	0,6429	0,5	0,5357	0,5357	0,5	0,5714	0,5714	0,4286	0,5714	0,5	0,5714	0,5357	0,3929	0,5714	0,5357	0,5357
6	0,7857	0,7143	0,6071	0,6429	0,3929	1	0,6071	0,75	0,2143	0,7143	0,3929	0,75	0,75	0,25	0,75	0,6786	0,6071	0,4286	0,5714	0,75	0,7143	0,5
7	0,75	0,8214	0,7857	0,3929	0,6429	0,6071	1	0,7857	0,1786	0,8214	0,2857	0,7857	0,7857	0,2143	0,7857	0,5714	0,5	0,6071	0,4643	0,7143	0,8214	0,5357
8	0,9643	0,8929	0,8571	0,5357	0,5	0,75	0,7857	1	0,0357	0,9643	0,1429	0,8571	0,9286	0,0714	0,9286	0,6429	0,5714	0,5357	0,6071	0,9286	0,9643	0,5357
9	0,0714	0,0714	0,1786	0,4286	0,5357	0,2143	0,1786	0,0357	1	0,0714	0,8214	0,1786	0,1071	0,8929	0,1071	0,3929	0,4643	0,4286	0,3929	0,1071	0,0714	0,5
10	0,9286	0,8571	0,8214	0,5	0,5357	0,7143	0,8214	0,9643	0,0714	1	0,1071	0,8929	0,8929	0,1071	0,8929	0,6786	0,6071	0,5	0,6429	0,8929	1	0,5714
11	0,1786	0,25	0,2143	0,5357	0,5	0,3929	0,2857	0,1429	0,8214	0,1071	1	0,2143	0,2143	0,7857	0,2143	0,3571	0,4286	0,6071	0,2143	0,2143	0,1071	0,3214
12	0,8214	0,75	0,7143	0,3929	0,5714	0,75	0,7857	0,8571	0,1786	0,8929	0,2143	1	0,8571	0,1429	0,8571	0,7857	0,7143	0,3929	0,6786	0,7857	0,8929	0,6786
13	0,9643	0,8214	0,7857	0,5357	0,5714	0,75	0,7857	0,9286	0,1071	0,8929	0,2143	0,8571	1	0	1	0,7143	0,6429	0,4643	0,5357	0,9286	0,8929	0,5357
14	0,0357	0,1786	0,2143	0,4643	0,4286	0,25	0,2143	0,0714	0,8929	0,1071	0,7857	0,1429	0	1	0	0,2857	0,3571	0,5357	0,4286	0,0714	0,1071	0,4643
15	0,9643	0,8214	0,7857	0,5357	0,5714	0,75	0,7857	0,9286	0,1071	0,8929	0,2143	0,8571	1	0	1	0,7143	0,6429	0,4643	0,5357	0,9286	0,8929	0,5357
16	0,6786	0,5357	0,5	0,5357	0,5	0,6786	0,5714	0,6429	0,3929	0,6786	0,3571	0,7857	0,7143	0,2857	0,7143	1	0,9286	0,1786	0,6429	0,6429	0,6786	0,6071
17	0,6071	0,4643	0,4286	0,4643	0,5714	0,6071	0,5	0,5714	0,4643	0,6071	0,4286	0,7143	0,6429	0,3571	0,6429	0,9286	1	0,25	0,5714	0,5714	0,6071	0,5357
18	0,5	0,6429	0,6071	0,5	0,5357	0,4286	0,6071	0,5357	0,4286	0,5	0,6071	0,3929	0,4643	0,5357	0,4643	0,1786	0,25	1	0,2143	0,5357	0,5	0,2143
19	0,5714	0,5	0,5357	0,4643	0,3929	0,5714	0,4643	0,6071	0,3929	0,6429	0,2143	0,6786	0,5357	0,4286	0,5357	0,6429	0,5714	0,2143	1	0,5357	0,6429	0,8571
20	0,9643	0,8929	0,8571	0,6071	0,5714	0,75	0,7143	0,9286	0,1071	0,8929	0,2143	0,7857	0,9286	0,0714	0,9286	0,6429	0,5714	0,5357	0,5357	1	0,8929	0,4643
21	0,9286	0,8571	0,8214	0,5	0,5357	0,7143	0,8214	0,9643	0,0714	1	0,1071	0,8929	0,8929	0,1071	0,8929	0,6786	0,6071	0,5	0,6429	0,8929	1	0,5714
22	0,5	0,5	0,5357	0,3571	0,5357	0,5	0,5357	0,5357	0,5	0,5714	0,3214	0,6786	0,5357	0,4643	0,5357	0,6071	0,5357	0,2143	0,8571	0,4643	0,5714	1

Таблица 3.7. Стойности на  $\mu$

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 18 („*Съотношение за цена на риска*“) са в силен дисонанс;

Индикатори 1 („*Нетен лихвен доход*“) и 20 („*Кредити и аванси*“) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 2 („*Нетен доход от такси и комисионни*“) и 3 („*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 2 („*Нетен доход от такси и комисионни*“) и 8 („*Оперативни приходи*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 2 („*Нетен доход от такси и комисионни*“) и 9 („*Административни разходи и обезценка*“) са в негативен консонанс;

Индикатори 2 („*Нетен доход от такси и комисионни*“) и 19 („*CIR – съотношение на приходите и разходите*“) са в силен дисонанс;

Индикатори 3 („*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия*“) и 8 („*Оперативни приходи*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 3 („*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви държани за търговия*“) и 16 („*RoA – съотношение за възвращаемост на активите*“) са в силен дисонанс;

Индикатори 4 („*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата*“) и 14 („*Данъчни приходи или разходи*“) са в силен дисонанс;

Индикатори 4 („*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата*“) и 17 („*RoE – съотношение за възвращаемост на капитала*“) са в силен дисонанс;

Индикатори 4 („*Нетни печалби или загуби от финансови активи и пасиви*“)

отчитани по справедлива стойност в печалбата или загубата“) и 19 („CIR – съотношение на приходите и разходите“) са в силен дисонанс;

Индикатори 5 („Нетни печалби или загуби от отчитане на хеджиране“) и 8 („Оперативни приходи“) са в силен дисонанс;

Индикатори 6 („Нетни курсови разлики“) и 22 („Съотношение на необслужваните кредити и аванси в %“) са в силен дисонанс;

Индикатори 7 („Други нетни оперативни приходи“) и 19 („CIR – съотношение на приходите и разходите“) са в силен дисонанс;

Индикатори 8 („Оперативни приходи“) и 9 („Административни разходи и обезценка“) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 8 („Оперативни приходи“) и 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 8 („Оперативни приходи“) и 13 („Печалба или загуба преди данъци“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 8 („Оперативни приходи“) и 14 („Данъчни приходи или разходи“) са в негативен консонанс;

Индикатори 8 („Оперативни приходи“) и 21 („Необслужвани кредити и аванси“) са в силен позитивен консонанс;

Индикатори 9 („Административни разходи и обезценка“) и 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) са в негативен консонанс;

Индикатори 9 („Административни разходи и обезценка“) и 14 („Данъчни приходи или разходи“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 9 („Административни разходи и обезценка“) и 17 („RoE – съотношение за възвращаемост на капитала“) са в силен дисонанс;

Индикатори 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) и 11

(„Обезценка и провизии“) са в негативен консонанс;

Индикатори 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) и 13 („Печалба или загуба преди данъци“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) и 14 („Данъчни приходи или разходи“) са в негативен консонанс;

Индикатори 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) и 15 („Нетна печалба или загуба“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 10 („Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци“) и 18 („COR – съотношение за цена на риска“) са в силен дисонанс;

Индикатори 11 („Обезценка и провизии“) и 21 („Необслужвани кредити“) са в негативен консонанс;

Индикатори 13 („Печалба или загуба преди данъци“) и 14 („Данъчни приходи или разходи“) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 13 („Печалба или загуба преди данъци“) и 18 („COR – съотношение за цена на риска“) са в силен дисонанс;

Индикатори 13 („Печалба или загуба преди данъци“) и 20 („Кредити и аванси“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 14 („Данъчни приходи или разходи“) и 15 („Нетна печалба или загуба“) са в силен негативен консонанс;

Индикатори 14 („Данъчни приходи или разходи“) и 20 („Кредити и аванси“) са в негативен консонанс;

Индикатори 14 („Данъчни приходи или разходи“) и 22 („Съотношение на необслужваните кредити и аванси в %“) са в силен дисонанс;

Индикатори 15 („Нетна печалба или загуба“) и 18 („COR – съотношение за цена на риска“) са в силен дисонанс;



$\nu$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	0,1429	0,1786	0,4286	0,4643	0,2143	0,25	0,0357	0,9286	0,0714	0,8214	0,1786	0,0357	0,9643	0,0357	0,3214	0,3929	0,5	0,3929	0,0357	0,0714	0,5
2	0,1429	0	0,1071	0,4286	0,4643	0,2857	0,1786	0,1071	0,9286	0,1429	0,75	0,25	0,1786	0,8214	0,1786	0,4643	0,5357	0,3571	0,4643	0,1071	0,1429	0,5
3	0,1786	0,1071	0	0,5357	0,3571	0,3929	0,2143	0,1429	0,8214	0,1786	0,7857	0,2857	0,2143	0,7857	0,2143	0,5	0,5714	0,3929	0,4286	0,1429	0,1786	0,4643
4	0,4286	0,4286	0,5357	0	0,8214	0,3571	0,6071	0,4643	0,5714	0,5	0,4643	0,6071	0,4643	0,5357	0,4643	0,4643	0,5357	0,5	0,5	0,3929	0,5	0,6429
5	0,4643	0,4643	0,3571	0,8214	0	0,6071	0,3571	0,5	0,4643	0,4643	0,5	0,4286	0,4286	0,5714	0,4286	0,5	0,4286	0,4643	0,5714	0,4286	0,4643	0,4643
6	0,2143	0,2857	0,3929	0,3571	0,6071	0	0,3929	0,25	0,7857	0,2857	0,6071	0,25	0,25	0,75	0,25	0,3214	0,3929	0,5714	0,3929	0,25	0,2857	0,5
7	0,25	0,1786	0,2143	0,6071	0,3571	0,3929	0	0,2143	0,8214	0,1786	0,7143	0,2143	0,2143	0,7857	0,2143	0,4286	0,5	0,3929	0,5	0,2857	0,1786	0,4643
8	0,0357	0,1071	0,1429	0,4643	0,5	0,25	0,2143	0	0,9643	0,0357	0,8571	0,1429	0,0714	0,9286	0,0714	0,3571	0,4286	0,4643	0,3571	0,0714	0,0357	0,4643
9	0,9286	0,9286	0,8214	0,5714	0,4643	0,7857	0,8214	0,9643	0	0,9286	0,1786	0,8214	0,8929	0,1071	0,8929	0,6071	0,5357	0,5714	0,5714	0,8929	0,9286	0,5
10	0,0714	0,1429	0,1786	0,5	0,4643	0,2857	0,1786	0,0357	0,9286	0	0,8929	0,1071	0,1071	0,8929	0,1071	0,3214	0,3929	0,5	0,3214	0,1071	0	0,4286
11	0,8214	0,75	0,7857	0,4643	0,5	0,6071	0,7143	0,8571	0,1786	0,8929	0	0,7857	0,7857	0,2143	0,7857	0,6429	0,5714	0,3929	0,75	0,7857	0,8929	0,6786
12	0,1786	0,25	0,2857	0,6071	0,4286	0,25	0,2143	0,1429	0,8214	0,1071	0,7857	0	0,1429	0,8571	0,1429	0,2143	0,2857	0,6071	0,2857	0,2143	0,1071	0,3214
13	0,0357	0,1786	0,2143	0,4643	0,4286	0,25	0,2143	0,0714	0,8929	0,1071	0,7857	0,1429	0	1	0	0,2857	0,3571	0,5357	0,4286	0,0714	0,1071	0,4643
14	0,9643	0,8214	0,7857	0,5357	0,5714	0,75	0,7857	0,9286	0,1071	0,8929	0,2143	0,8571	1	0	1	0,7143	0,6429	0,4643	0,5357	0,9286	0,8929	0,5357
15	0,0357	0,1786	0,2143	0,4643	0,4286	0,25	0,2143	0,0714	0,8929	0,1071	0,7857	0,1429	0	1	0	0,2857	0,3571	0,5357	0,4286	0,0714	0,1071	0,4643
16	0,3214	0,4643	0,5	0,4643	0,5	0,3214	0,4286	0,3571	0,6071	0,3214	0,6429	0,2143	0,2857	0,7143	0,2857	0	0,0714	0,8214	0,3214	0,3571	0,3214	0,3929
17	0,3929	0,5357	0,5714	0,5357	0,4286	0,3929	0,5	0,4286	0,5357	0,3929	0,5714	0,2857	0,3571	0,6429	0,3571	0,0714	0	0,75	0,3929	0,4286	0,3929	0,4643
18	0,5	0,3571	0,3929	0,5	0,4643	0,5714	0,3929	0,4643	0,5714	0,5	0,3929	0,6071	0,5357	0,4643	0,5357	0,8214	0,75	0	0,75	0,4643	0,5	0,7857
19	0,3929	0,4643	0,4286	0,5	0,5714	0,3929	0,5	0,3571	0,5714	0,3214	0,75	0,2857	0,4286	0,5357	0,4286	0,3214	0,3929	0,75	0	0,4286	0,3214	0,1071
20	0,0357	0,1071	0,1429	0,3929	0,4286	0,25	0,2857	0,0714	0,8929	0,1071	0,7857	0,2143	0,0714	0,9286	0,0714	0,3571	0,4286	0,4643	0,4286	0	0,1071	0,5357
21	0,0714	0,1429	0,1786	0,5	0,4643	0,2857	0,1786	0,0357	0,9286	0	0,8929	0,1071	0,1071	0,8929	0,1071	0,3214	0,3929	0,5	0,3214	0,1071	0	0,4286
22	0,5	0,5	0,4643	0,6429	0,4643	0,5	0,4643	0,4643	0,5	0,4286	0,6786	0,3214	0,4643	0,5357	0,4643	0,3929	0,4643	0,7857	0,1071	0,5357	0,4286	0

Таблица 3.8. Стойности на  $\nu$

Индикатори 15 („*Нетна печалба или загуба*“) и 20 („*Кредити и аванси*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 15 („*Нетна печалба или загуба*“) и 21 („*Необслужвани кредити и аванси*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 16 („*Нетна печалба или загуба*“) и 17 („*RoE – съотношение за възвращаемост на капитала*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 20 („*Кредити и аванси*“) и 21 („*Необслужвани кредити и аванси*“) са в позитивен консонанс;

Индикатори 20 („*Кредити и аванси*“) и 22 („*Съотношение на необслужваните кредити и аванси в %*“) са в силен дисонанс.

Анализираните данни, показват изявена зависимост между критериите, които са част от Отчета за доходите и тяхната същност, като икономическо значение е сред основните причини за връзката помежду им. Също така и между критериите от Отчета за доходите и активи от Баланса на институцията, като следствие на това, че тези активи носят съответен доход за банките.

Резултатите от проведения анализ показват, че има силна зависимост между критерий 1 („*Нетен доход от лихви*“) и критерий 8 („*Оперативни приходи*“), критерий 13 („*Печалба или загуба преди данъци*“), критерий 15 („*Нетна печалба или загуба*“) и критерий 20 („*Кредити и аванси*“). Основната причина за това е фактът, че нетният доход от лихви е основния оперативен приход и формира голяма част от финансовия резултат за банките. Кредитите са основните лихвени активи и носят приходи на банката като лихви, такси и комисионни.

Друга изявена силна зависимост се наблюдава при критерий 8 („*Оперативни приходи*“) и критерий 10 („*Нетни приходи, преди обезценка, провизии и данъци*“), поради факта, че оперативните приходи са основния приход формиращ нетните приходи преди данъци, такси и обезценка. Такава силна зависимост има и между критерий 8 („*Оперативни приходи*“) и критерий 21 („*Необслужвани кредити и аванси*“).

Има изявена силна зависимост и между критерий 13 („Печалба или загуба преди данъци“) и критерий 15 („Нетна печалба или загуба“). Това се дължи на факта, че първият критерий е основния формиращ елемент на печалбата на банката.

Наблюдава се зависимост между критерий 19 („CIR – Съотношение на приходите и разходите“) и критерий 22 („Съотношение на необслужваните кредити и аванси в %“). Необслужваните кредити влияят върху съотношението на приходите и разходите посредством лихвите и обезценката.

Наблюдава се негативна зависимост между критерий 1 („Нетен лихвен доход“) и критерий 14 („Данъчни приходи или разходи“), защото единият критерий е приход, а другият е разход за банката. Същият извод може да се направи и за критерий 8 („Оперативни приходи“) и критерий 9 („Административни разходи и обезценка“).

Причината за слабата зависимост между критерий 16 („RoA – съотношение за възвращаемост на активите“) и критерий 18 („COR – съотношение за цена на риска“) се крие в икономическата същност и начина за определяне на количествените измерения на тези критерии. RoA се изчислява като съотношение на дохода от активите към техния размер, а COR е съотношението на обезценката и нивото на кредитите.

### **3.5. Интелигентни техники за анализ на бази от знания и тяхното приложение**

В публикация [112\*] е представен пример за приложението на интелигентни методи за анализ на сложни процеси. Разработена е оригинална архитектура на база от знания, с приложение в областта на интелигентното растениевъдство. Предложената архитектура включва три слоя – онтологичен слой за представяне на общи познания в домейна, слой база данни за динамични данни от различни измервания на оценъчни характеристики и фактори, влияещи върху растенията, и приложен слой, състоящ се от интелигентни компоненти за

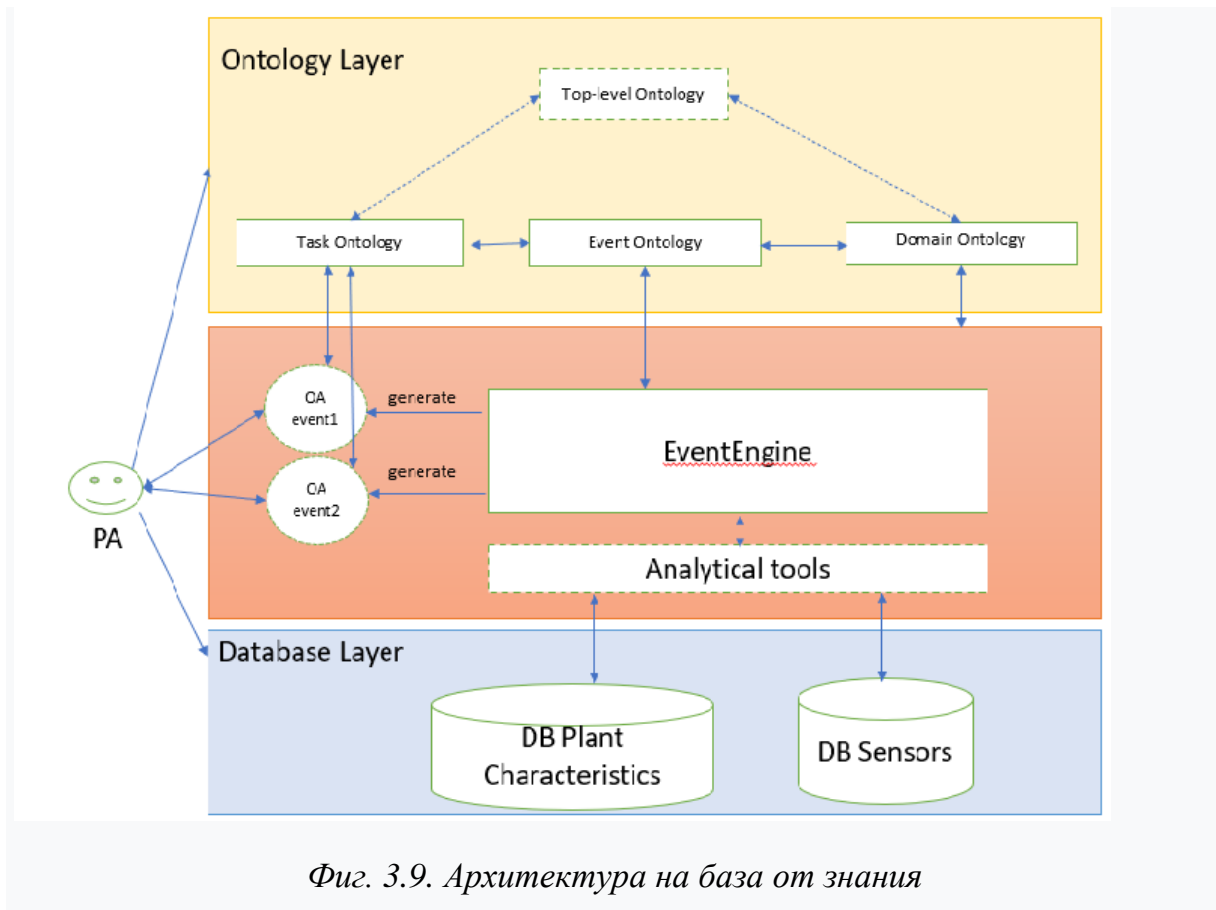
връзка между двата слоя на знания.

Водеща тенденция в интелигентното растениевъдство е автоматизирането на дейностите по отглеждане на култури, които са от съществено значение за изхранването на населението, като пшеница, царевица, соя и др. Зимната пшеница е основна култура, отглеждана в България. Целият процес на отглеждане е свързан с извършването на различни дейности от земеделци и фермери за постигане на качествена реколта и високи добиви. Всяка една от дейностите е свързана с наблюдение на растежа на пшеницата, климатичните условия, въздействието на неприятели и болести и свойствата на почвата. Много от характеристиките, които се измерват, за да се вземат правилните решения относно отглеждането на растения, могат да бъдат измерени чрез IoT възли (сензори, камери, дронове и др.). Тези резултати могат да бъдат обработени и анализирани за по-нататъшна употреба.

Основната цел е да предложи архитектура на база от знания, която да бъде разработена, за да се автоматизира отглеждането на селскостопански култури. Архитектурата включва двуслоен модел на данни и модел на приложен слой за връзка между тях.

Архитектурата на базата от знания се основава на основните аспекти на формирането на знания в растениевъдството. Това са естествени фактори като почва, вода, климат и самите растения и изкуствени фактори като сензори и селскостопанска механизация. Архитектурата на базата от знания е представена на Фиг. 3.9. Тя включва следните три слоя:

- Онтологичен слой – този слой представя общоприети познания в растениевъдството. Той е относително непроменен във времето;
- Слой база данни – включва знания за характеристиките на растенията в различните етапи на тяхното развитие и данни от сензорите, които измерват различни свойства на растенията и околната среда;
- Приложен слой – включва интелигентни компоненти, които осъществяват връзката между онтологичния слой и слоя база данни.



Фиг. 3.9. Архитектура на база от знания

Основната връзка между потребителите и базата знания се осъществява от личен асистент, който е съобразен с нуждите на всеки потребител – куратор-агроном, фермер и др. Предложената архитектура за база от знания в областта на интелигентното растително земеделие е предназначена да автоматизира работата по отглеждането на различни видове земеделски култури. Една от основните задачи, които сме си поставили, е да направим процеса на отглеждане по-предвидим, което ще помогне на фермерите да получат по-качествена реколта. За реализацията на архитектурата е избрано Protégé [134] за онтологиите, JaCaMo [135] за средата на мултиагентната система, Jason [136] за личния асистент и Jade [137] за оперативните асистенти.

Така представения пример за приложението на интелигентни методи за анализ на сложни процеси, би бил успешно адаптиран и за целите на анализа в банковото дело.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд е посветен на прилагането на иновативни, интелигентни техники за анализ на процесите в банковото дело. Приложени са най-новите достижения в областта на проектирането на високо ефективни алгоритми за обработка на данни. Използваните интелигентни техники изискват обработката на големи потоци данни, позовавайки се на цялата достъпна информация за наблюдаваните процеси.

В дисертационния труд за целите на анализа са използвани математически средства за моделиране, като Интеркритериален анализ (InterCriteria Analysis - ICA), които се основава на два математически формализма: алгебричният апарат на индексирани матрици (ИМ), когато се налага прилагането на алгебрични операции над матрици с различни размер и интуиционистките размити множества (ИРМ), като математически инструмент за третиране на неопределеността.

Методологията на изследванията в дисертацията включват използването на числен и експериментален подход. Численият подход е използван при реализацията на алгоритмите посредством компютърно изчисляване на интелигентните методи за анализ на процесите в банковото дело. Експерименталният подход е използван при събирането на данни от наблюдения на показатели, характеризиращи на процесите в банковото дело.

Настоящият дисертационен труд има за цел със средствата на съвременните методи от областта на интелигентните системи, да се анализират процесите в банковото дело. . За постигането на поставената цел са формулирани шест научни задачи. В процеса на решаването им са получени оригинални резултати, свързани с изследвания на съвременните парадигми от областта на интелигентните системи, като са използвани аналитични и експериментални модели.

В резултат от проведените изследвания, представени в настоящия дисертационен труд, са постигнати следните научно-приложни и приложни резултати:

1. Проведен е критичен анализ на възможността за прилагане на многокритериалния метод за вземане на решения – „Интеркритериален анализ“, при анализа на процесите в банковото дело.

2. Приложени са интелигентни техники за анализ на механизма на работа на финансовите институции в ЕС, според който функционира банковата система.

3. Проведен е анализ на дейността на участниците във финансовата система на страните членки на ЕС.

4. Анализирани са финансовите показатели на осем избрани страни членки на ЕС.

5. Проведен е сравнителен анализ на финансовите показатели на банките в избраните страни членки на ЕС.

6. Разработена е оригинална архитектура на база от знания, с приложение в областта на интелигентното растениевъдство.

Постигнатите резултати от анализа на проведените изследвания са представени в реферирано научно издание от поредицата *Lecture Notes in Networks and Systems* на *Springer International Publishing* и в трудовете на няколко международни конференции, като – *10-th International Conference on Intelligent Systems - IS'20*, *International Symposium on Bioinformatics and Biomedicine - BioInfoMed'20*, *International Conference Automatics and Informatics - ICAI'21*, *11-th International Conference on Intelligent Systems - IS'22* и *International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets - IWIFSGN'22*.

Дисертационният труд е структуриран в увод, три глави и заключение, и се придружава от декларация за оригиналност на получените резултати и библиография.

## **Насоки за бъдещи изследвания**

Получените в дисертацията резултати са приложими за решаването на по-широк кръг задачи, свързани с анализа на процесите в банковото дело. Това би могло да бъде насока за бъдещи изследвания, които ще доведат до обогатяване на изследваната научна област.



## **Публикации по темата на дисертационния труд**

1. Danailova S., L. Doukovska, V. Atanassova - InterCriteria Analysis of the Financial System in the EU Countries, Proceedings of the 10-th International Conference on Intelligent Systems - IS'20, 28-30 August, Varna, Bulgaria, IEEE Xplore, ISBN:978-1-7281-5456-5, ISSN:1541-1672, DOI:10.1109/IS48319.2020.9199943, pp. 183-186, 2020.
2. Stoyanova-Doycheva A., V. Ivanova, L. Doukovska, V. Tabakova, I. Radeva, S. Danailova - Architecture of a Knowledge Base in Smart Crop Production, Proceedings of the International Conference Automatics and Informatics – ICAI'21, 30 September-2 October 2021, Varna, Bulgaria, IEEE Xplore, 2021.
3. Danailova S., L. Doukovska, P. Vassilev - InterCriteria Analysis of the Global Competitiveness Report for the Financial System EU Countries, Proceedings of the 11-th International Conference on Intelligent Systems - IS'22, 12-14 October, Warsaw, Poland, IEEE Xplore, 2022 (in print).
4. Danailova S., L. Doukovska, A. Dukovski - InterCriteria Analysis of the Financial data for selected 8 EU Countries, Proceedings of the 11-th International Conference on Intelligent Systems - IS'22, 12-14 October, Warsaw, Poland, IEEE Xplore, 2022 (in print).
5. Danailova S., L. Doukovska, A. Dukovski - InterCriteria Analysis of the Supervisory Statistic Data for Selected 8 EU Countries During the Period 2020-2021, Chapter of Book: Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Advances, Challenges, and Perspectives, Series: Lecture Notes in Networks and Systems, Springer International Publishing, Switzerland, 2022 (in print).

## **Декларация за оригиналност на резултатите**

Декларирам, че настоящата дисертация съдържа оригинални резултати, получени при проведени от мен научни изследвания {с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител}. Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са надлежно и подробно цитирани в библиографията.

Настоящата дисертация не е прилагана за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:

/Славияна Данаилова-Велева/

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Борисова, Д., И. Мустакеров, Л. Дуковска, Оптимални стратегии при вземане на решения в условията на неопределеност за целите на диагностика на инженерни системи. 19-ти Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи”, Банкя, България, ISSN:1313-2237, 29-32, 2011.
2. Гишин, Ст., Х. Фрай, В. Сгурев, Н. Айзенрайх, М. Хаджийски, Х. Кан, Д. Стоянов, Л. Дуковска, И. Миленов, Х. Хаджиев, В. Господинов, Енергийно ефективни и екотехнологии за производство, съхранение, реализация и мониторинг на зелена енергия, 20-ти Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи”, Банкя, България, ISSN:1313-2237, 9-12, 2012.
3. Дуковска, Л., С. Койнов, Пример за хибриден интелигентен подход приложим в анализа на енергийна система. 20-ти Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи”, Банкя, България, ISSN:1313-2237, 103-106, 2012.
4. Койнов, С., Л. Дуковска, Интегриран подход за предсказващо поддържане в МСП. 21-ви Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи”, Банкя, България, ISSN:1313-2237, 55-59, 2013.
5. Койнов, С., Л. Дуковска, Пример за приложение на интелигентни техники при изготвяне на прогноза за натоварването на енергийна система. 20-ти Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи”, Банкя, България, ISSN:1313-2237, 107-110, 2012.
6. Койнов, С., Л. Дуковска, Диагностика на мелещи вентилатори. 19-ти Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи”, Банкя, България, ISSN:1313-2237, 21-24, 2011.
7. Манчев, Ц., И. Искров, А. Михайлов, Пари, банки и парична политика ISBN954-9553-04-3, 2002.

8. Регламент (ЕС) 575/2013.
9. Регламент (ЕС) 680/2014.
10. Регламент (ЕС) 2021/451.
11. Хаджийски, М., Интелигентни хибридни системи за адаптация, вземане на решения и управление, ХТМУ, 2011.
12. Atanassov, K., Index matrix representation of the intuitionistic fuzzy graphs, Fifth Scientific Session of the Math. Foundations of Artificial Intelligence Seminar, Sofia, Oct. 5, Preprint MRL-MFAIS-10-94, 36-41, 1994.
13. Atanassov, K., Index Matrices: Towards an Augmented Matrix Calculus, Studies in Computational Intelligence 573, Springer, Switzerland, 2014.
14. Atanassov, K., Intuitionistic fuzzy sets, Fuzzy Sets and Systems, Volume 20, № 1, 87-96, 1986.
15. Atanassov, K., Intuitionistic Fuzzy Sets, Springer-Verlag, Heidelberg, 1999.
16. Atanassov, K., Intuitionistic fuzzy sets, VII ITKR's Session, Sofia, 1983.
17. Atanassov, K., New operations defined over intuitionistic fuzzy sets, Fuzzy Sets and Systems Volume 61, № 2, 137-142, 1994.
18. Atanassov, K., On index matrices, Part 1: Standard cases, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Volume 20, № 2, 291-302, 2010.
19. Atanassov, K., On index matrices, Part 2: Intuitionistic fuzzy case, Proceedings of the Jangjeon, Mathematical Society, Volume 13, № 2, 121-126, 2010.
20. Atanassov, K., On index matrices, Part 3: On the hierarchical operation over index matrices, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Volume 23, № 2, 225-231, 2013.
21. Atanassov, K., On index matrix interpretations of intuitionistic fuzzy graphs. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 8, № 4, 73-78, 2002.

22. Atanassov, K., *On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory*, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Springer, 2012.
23. Atanassov, K., *Temporal intuitionistic fuzzy graphs*, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 4, № 4, 59-61, 1998.
24. Atanassov, K., V. Atanassova, G. Gluhchev, *InterCriteria Analysis: Ideas and problems*, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Volume 21, № 1, 81-88, 2015.
25. Atanassova, V., L. Doukowska, A. Michalíková, I. Radeva, *Intercriteria analysis: From pairs to triples*. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 22, 5, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1310-4926, 98-110, 2016.
26. Atanassova, V., L. Doukowska, *A Deeper Look in the InterCriteria Positive Consonance between the Business Sophistication and Innovation Pillars of Competitiveness in the European Union in 2015-2018*. Proc. of the 4th International Conference on Numerical and Symbolic Computation Developments and Applications – SYMCOMP'19, 11-12 April 2019, Porto, Portugal, ISBN:978-989-99410-5-2, 199-213, 2019.
27. Atanassova, V., L. Doukowska, *Business Dynamism and Innovation Capability in the European Union Member States in 2018 through the Prism of InterCriteria Analysis*. Cham, Lecture Notes in Computer Science book series - LNCS, Cuzzocrea A., Greco S., Larsen H., Saccà D., Andreasen T., Christiansen H. (eds), 11529, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-27628-7, DOI:10.1007/978-3-030-27629-4\_31, 339-349, 2019.
28. Atanassova, V., L. Doukowska, K. Atanassov, D. Mavrov, *InterCriteria Decision Making Approach to EU Member States Competitiveness Analysis*, Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD'14, 24-26 June 2014, Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg, ISBN 978-989-758-032-1, DOI 10.5220/0005427302890294, pp 289-294, 2014.
29. Atanassova, V., D. Mavrov, L. Doukowska, K. Atanassov, *Discussion on the Threshold Values in the InterCriteria Decision Making Approach*, Proc. of the 18th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets, Notes on Intuitionistic Fuzzy

Sets (NIFS), Volume 20, №2, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, 94-99, Sofia, Bulgaria, 2014.

30. Atanassova, V., I. Vardeva, E. Sotirova, L. Doukovska, Traversing and Ranking of Elements of an Intuitionistic Fuzzy Set in the Intuitionistic Fuzzy Interpretation Triangle, Proc. of the International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets – IFSGN'15, Krakow, Poland, In: Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing, K. Atanassov, O. Castillo, J. Kacprzyk, M. Krawczak, P. Melin, S. Sotirov, E. Sotirova, E. Szmidt, G. De Tre, S. Zadrozny (Eds.), ISSN 2194-5357, ISSN 2194-5365 (electronic), ISBN 978-3-319-26210-9, ISBN 978-3-319-26211-6 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-26211-6\_14, Book series 401: Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing, Switzerland, 161-174, 2015.
31. Atanassova, V., L. Doukovska, A. Kazprzyk, E. Sotirova, I. Radeva, P. Vassilev, InterCriteria Analysis of The Global Competitiveness Report: form Efficiency-to-innovation-driven economies, Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, (Editor-in-Chief Dan A. Simovici), ISSN 1542-3980 (print), ISSN 1542-3999 (online), Volume 31, № 5-6, 469-494, 2018.
32. Atanassova, V., L. Doukovska, G. De Tré, I. Radeva, InterCriteria Analysis and Comparison of Innovation-Driven and Efficiency-to-Innovation Driven Economies in the European Union, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 23, № 3, 54-68, 2017.
33. Atanassova, V., L. Doukovska, D. Karastoyanov, František Čapkovič, InterCriteria Decision Making Approach to EU Member States Competitiveness Analysis: Trend Analysis, Proc. of the 7th IEEE International Conference Intelligent Systems - IS'14, September 24–26 2014, Warsaw, Poland, ISSN 2194-5357, ISSN 2194-5365 (electronic), ISBN 978-3-319-11312-8, ISBN 978-3-319-11313-5 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-11313-5, Volume 1: Mathematical Foundations, Theory, Analyses, Springer International Publishing, Switzerland, P. Angelov et al. (eds.), Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 322, 107-115, 2015.

34. Atanassova, V., L. Doukovska, D. Mavrov, K. Atanassov, InterCriteria Decision Making Approach to EU Member States Competitiveness Analysis: Temporal and Threshold Analysis, Proc. of the 7th IEEE International Conference Intelligent Systems - IS'14, September 24–26 2014, Warsaw, Poland, ISSN 2194-5357, ISSN 2194-5365 (electronic), ISBN 978-3-319-11312-8, ISBN 978-3-319-11313-5 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-11313-5, Volume 1: Mathematical Foundations, Theory, Analyses, Springer International Publishing, Switzerland, P. Angelov et al. (eds.), Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 322, 95-106, 2015.
35. Atanassova, V., L. Doukovska, M. Krawczak, InterCriteria analysis of countries in transition from factor-driven to efficiency-driven economy, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 24, № 2, 84-96, 2018.
36. Barr, A., E. Feigenbaum, The Handbook of Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, 1981.
37. Blidov, H., L. Doukovska, K. Atanassov, Generalized Net Model of the First Phase of the General Claim Process. Proc. of the 10-th International Conference on Intelligent Systems - IS'20, Varna, Bulgaria, IEEE Xplore, ISBN:978-1-7281-5456-5, ISSN:1541-1672, DOI:10.1109/IS48319.2020.9200126, 626-629, 2020.
38. Blidov, H., L. Doukovska, Evaluating the General Claim Process through Temporal Intuitionistic Fuzzy Pairs. Chapter of Book: Book:Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Advances, Challenges, and Perspectives, Series: Lecture Notes in Networks and Systems, 338, Springer International Publishing, Switzerland, ISSN:2367-3370, DOI:10.1007/978-3-030-95929-6\_14, 1-7, 2022.
39. Borissova, D., I. Mustakerov, L. Doukovska, Predictive maintenance sensors placement by combinatorial optimization. Int. Journal of Electronics and Telecommunications, 58, 2, ISSN:0867-6747, 153-158, 2012.
40. Boshnakov, K., V. Petkov, L. Doukovska, D. Borissova, S. Koynov, Approaches for Diagnostic and Predictive Maintenance. SPS in Photonics Applications in

Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, Edited by Ryszard S. Romaniuk, 8008, 80081Z, Bellingham, WA, USA, ISBN:0277-786X, DOI:10.1117/12.905182, 2011.

41. Čapkovič, F., L. Doukovska, V. Atanassova, Cooperation of Substantial Agents in Multi-Agent Systems. *International Journal of Data Science*, 1, 4, Inderscience Publishers, ISSN:2053-0811, 353-369, 2016.
42. Čapkovič, F., L. Doukovska, V. Atanassova, Petri Nets in Modelling of Supervisor Based Agent Cooperation. *Proc. of the the 4th International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering – BdkCSE'17*, John Atanasoff Union on Automatics and Informatics, Sofia, Bulgaria, ISSN:2367-6450, 85-92, 2017.
43. Čapkovič, F., L. Doukovska, V. Atanassova, Comparison of Two Kinds of Cooperation of Substantial Agents. *Proc. of the Conference Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering – BdkCSE'14*, Sofia, Bulgaria, ISSN:2367-6450, 97-106, 2014.
44. Chakarov, V., K. Atanassov, V. Tasseva, Application of the generalized nets in medicine (Edemas), *First European Conference on Health Care Modelling and Computation*, Craiova, August 31 - September 2, 79-86, 2005.
45. \*Danailova S., L. Doukovska, A. Dukovski, InterCriteria Analysis of the Financial data for selected 8 EU Countries, *Proceedings of the 11-th International Conference on Intelligent Systems - IS'22*, 12-14 October, Warsaw, Poland, IEEE Xplore, (in print).
46. \*Danailova S., L. Doukovska, P. Vassilev, InterCriteria Analysis of the Global Competitiveness Report for the Financial System EU Countries, *Proceedings of the 11-th International Conference on Intelligent Systems - IS'22*, 12-14 October, Warsaw, Poland, IEEE Xplore, (in print).
47. \*Danailova, S., L. Doukovska, V. Atanassova, InterCriteria Analysis of the Financial System in the EU Countries. *Proc. of the 10-th International Conference on Intelligent Systems - IS'20*, Varna, Bulgaria, IEEE Xplore, 2020.



48. \*Danailova S., L. Doukovska, A. Dukovski, InterCriteria Analysis of the Supervisory Statistic Data for Selected 8 EU Countries During the Period 2020-2021, Chapter of Book: Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Advances, Challenges, and Perspectives, Series: Lecture Notes in Networks and Systems, Springer International Publishing, Switzerland, (in print).
49. Doukovska, L., V. Atanassova, InterCriteria Analysis of the Most Problematic Factors for Doing Business in the European Union 2017–2018. Cham, Lecture Notes in Computer Science book series - LNCS, Cuzzocrea A., Greco S., Larsen H., Saccà D., Andreasen T., Christiansen H. (eds), 11529, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-27628-7, 353-360, 2019.
50. Doukovska, L., V. Atanassova, E. Sotirova, European Union Member States' performance in the 2018 Global Competitiveness Index 4.0 through the Prism of InterCriteria Analysis. Proc. of the 4th International Conference on Numerical and Symbolic Computation Developments and Applications – SYMCOMP'19, 11-12 April 2019, Porto, Portugal, ISBN:978-989-99410-5-2, 251-261, 2019.
51. Doukovska L., V. Atanassova, E. Sotirova, I. Vardeva, I. Radeva, Defining Consonance Thresholds in InterCriteria Analysis: An Overview. In: Intuitionistic Fuzziness and Other Intelligent Theories and Their Applications. SCI, Vol 757. Springer, Cham, 2019.
52. Doukovska, L., D. Karastoyanov, N. Stoymenov, I. Kalaykov, InterCriteria Decision Making Approach for Iron Powder Briquetting, Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD'15, Milan, Italy, ISBN 979-989-758-111-3, 292-296, 2015.
53. Doukovska, L., V. Atanassova, D. Mavrov, I. Radeva, InterCriteria Analysis of EU Competitiveness Using the Level Operator  $N \gamma$ , In: J. Kacprzyk et al. (eds.), Advances in Fuzzy Logic and Technology, Series Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 641, DOI 10.1007/978-3-319-66830-7, Springer International Publishing AG, 631-647, 2017.

54. Doukowska, L., G. Shahpazov, V. Atanassova, InterCriteria analysis of the creditworthiness of SMEs. A case study, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 22, № 2, 108-118, 2016.
55. Doukowska, L., G. De Tré, I. Radeva, InterCriteria Analysis and Comparison of Innovation-Driven and Efficiency-to-Innovation Driven Economies in the European Union, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 23, № 3, 54-68, 2017.
56. Doukowska, L., K. Atanassov, Generalized Net Model of Hydro Power Plants Load Distribution - Part 1, Proc. of the 13th International Workshop on Generalized Nets – IWGN'12, 29 October, London, UK, 83-90, ISSN 1313-6860, 2012.
57. Doukowska, L., V. Atanassova, InterCriteria Decision Making Approach in Radar Detection Threshold Analysis, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 21, № 4, 129-135, 2015.
58. Doukowska, L., V. Atanassova, G. Shahpazov, F. Čapkovič, InterCriteria Analysis Applied to Various EU Enterprises, Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD'15, Milan, Italy, ISBN 979-989-758-111-3, 284-291, 2015.
59. Doukowska, L., V. Petkov, E. Mihailov, S. Vassileva, Image Processing for Technological Diagnostics of Metallurgical Facilities. Cybernetics and Information Technologies, 12, 4, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1311-9702, 66-76, 2012.
60. Doukowska, L., S. Vassileva, Intelligent Methods for Process Control and Diagnostics of Mill Fan System, Cybernetics and Information Technologies (CIT), Print ISSN 1311-9702, Online ISSN 1314-4081, DOI 10.2478/cait-2014-0012, Volume 14, №1, 151-160, 2014.
61. Doukowska, L., S. Vassileva, Knowledge-based Mill Fan System Technical Condition Prognosis. Transactions on Systems - Special Issue on Knowledge-based Modeling and Control of Multifactorial Processes, 12, 8, World Scientific and Engineering Academy and Society, ISSN:1109-2777, 398-408, 2013.

62. Doukovska, L., Artificial Intelligence to Support Bulgarian Crop Production. Engineering Sciences, LVIII, 4, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1312-5702, DOI:10.7546/EngSci.LVIII.21.04.03, 30-48, 2021.
63. European Commission COM (2018) 795 final.
64. Europe's role in the global financial system, Speech by Luis de Guindos, Vice-President of the ECB, at the SUERF/De Nederlandsche Bank Conference on Forging a new future between the UK and the EU. Available at: <https://www.ecb.europa.eu/press/>.
65. Eurostat, Statistic explained, Enlargement countries – economic developments. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/>.
66. EU recommendation 2003/361.
67. Frederic S. Mishkin, The Economics of Money, Banking and Financial Markets, ISBN 978-619-152-530-0, 2021.
68. Goguen, J., L-fuzzy sets, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Volume 18, № 1, 145-174, 1967.
69. Gorzalczany, M., Interval-valued fuzzy inference method - some basic properties. Fuzzy Sets and Systems, Volume 31, № 2, 243-251, 1989.
70. Hadjiski, M., L. Doukovska, CBR approach for Technical Diagnostics of Mill Fan System. Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, 66, 1, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1310-1331, 93-100, 2013.
71. Hadjiski, M., L. Doukovska, S. Koynov, Nonlinear Trend Analysis of Mill Fan System Vibrations for Predictive Maintenance and Diagnostics. International Journal of Electronics and Telecommunications (JET), V.58, 4, Versita, Warsaw, Poland, ISSN:0867-6747, DOI:10.2478/v10177-012-0048-9, 351-356, 2012.
72. Hadjiski, M., L. Doukovska, Consistent Data and Decision Fusion of Heterogeneous Information Denoising in Complex Systems Diagnosis. Proc. of the First International Conference on Telecommunications and Remote Sensing –

ICTRS'12, Sofia, Bulgaria, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, ISBN:978-989-8565-28-0, 163-169, 2012.

73. Hadjiski, M., L. Doukovska, Technical Diagnostics of Mill Fan System. Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, 65, 12, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1310–1331, 1731-1738, 2012.
74. Karastoyanov, D., L. Doukovska, S. Gyoshev, I. Kalaykov, InterCriteria decision making approach for metal chips briquetting. Proceedings of the Fifth International Symposium on Business Modeling and Software Design - BMSD 2015, July 6-8, 2015, Milan, Italy, ISBN 978-989-758-111-3, 297-301, 2015.
75. Karastoyanov, D., L. Doukovska, G. Angelova, I. Yatchev, Intelligent Approach for Analysis of 3D Digitalization of Planer Objects for Visually Impaired People. Chapter of Book Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, 864, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-38703-7, DOI:10.1007/978-3-030-38704-4\_8, 179-202, 2020.
76. Kordon, A., Applying Computational Intelligence, Springer, 2010.
77. Kurzweil, R., The Age of Intelligent Machines, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.
78. Luger, G., Artificial Intelligence, Pearson, Addison Wesley, 2009.
79. Mavrov, D., I. Radeva, K. Atanassov, L. Doukovska, I. Kalaykov, InterCriteria Software Design: Graphic Interpretation within the Intuitionistic Fuzzy Triangle, Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD'15, Milan, Italy, ISBN 979-989-758-111-3, 279-283, 2015.
80. Mathias Drehmann and James Yetman, Which credit gap is better at predicting financial crises? A comparison of univariate filters - ISSN 1020-0959 (print) ISSN 1682-7678 (online).
81. Methodological note for the publication of aggregated Supervisory Banking Statistics, fourth quarter 2021 – ECB, 2021.

82. Miss Estelle X Liu, IMF Working Papers 046, 10.5089/9781513570051.001.A001 Stay Competitive in the Digital Age: The Future of Banks, 2021.
83. Modern Banking Concept Started In Ancient Babylonian Temples-  
ancientpages.com <http://www.ancientpages.com/2016/03/07/modern-banking-concept-started-ancient-babylonian-temples/>.
84. Nikov, V., L. Doukovska, Fuzzy Methods for Mill Fan Systems Technical Diagnostics. Proc. of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems - FedCSIS'12, Wroclaw, Poland, IEEEExplore, ISBN:978-83-60810-51-4, 139-143, 2012.
85. Parvathi, R., S. Thilagavathi, G. Thamizhendhi, M. G. Karunambigai. Index matrix representation of intuitionistic fuzzy graphs. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets. Volume 20, № 2, 100-108, 2014.
86. Parvathi, R., V. Atanassova, L. Doukovska, C. Yuvapriya, K. Indhurekha, InterCriteria Analysis of Rankings of Indian Universities, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), ISSN 1310-4926, e-ISSN 2367-8283, Volume 24, №1, 99-109, 2018.
87. Pawlak, Z. Rough sets, ICS, PAS Report 431, 1981.
88. Russell, S, P. Norvig, Artificial Intelligence – A Modern Approach (Second Edition), Prentice Hall, New Jersey, 2003.
89. Schwab, K., The Global Competitiveness Report 2018, World Economic Forum, Geneva, ISBN-13: 978-92-95044-76-0, 2018.
90. Schwab, K., The Global Competitiveness Report 2019, World Economic Forum, Geneva, ISBN-13: 978-2-940631-02-5, 2019.
91. Sgurev, V., L. Doukovska, S. Drangajov, Operative Real Time Control of Specialized Auto Transportation of Agricultural Products from the Production Areas towards the Processing Plants. Proc. of the 1st IFAC Workshop on Dynamics and Control in Agriculture and Food - DYCAF'12, Plovdiv, Bulgaria, IFAC, 7-11, 2012.

92. Sgurev, V., S. Drangajov, L. Doukovska, Real Time Man-Robot Control of a Group of Specializes Mobile Robots. Problems of Engineering Cybernetics and robotics, 65, Prof. Marin Drinov Publishing House, ISSN:0204-9848, 3-13, 2012.
93. Sgurev, V., L. Doukovska, S. Drangajov, V. Nikov, Network Flow Interpretation of Innovation Processes and Risks. Proc. of the Signal Processing Symposium – SPS’13, Jachranka Village, Poland, IEEEExplore, ISBN:978-1-4673-6319-8-13-2013, 2013,
94. Sgurev, V., S. Drangajov, L. Doukovska, V. Nikov, Innovation Cycles Control Through Markov Decision Processes. Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’13, Noordwijkerhout, The Netherlands, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, ISBN:978-989-8565-56-3, DOI:10.5220/0004776602860291, 286-291, 2013.
95. Sgurev, V., L. Doukovska, S. Drangajov, Intelligent Network-flow Solutions with Risks at Transportation of Products. Sgurev V., Jotsov V., Kacprzyk J. (Eds.), Chapter of Book: Advances in Intelligent Systems Research and Innovation, Series: Studies in Systems, Decision and Control, 379, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-78123-1, DOI:10.1007/978-3-030-78124-8\_19, 417-439, 2022.
96. Shahpazov, G., L. Doukovska, Optimisation procedures in SMEs financial mechanism. Proc. of the International Workshop on Advanced Control and Optimisation: Step Ahead – ACOSA’14, Bankya, Bulgaria, Prof. Marin Drinov Publishing House, ISSN:1314-4634, 57-62, 2014.
97. Shahpazov, G., L. Doukovska, V. Atanassova, Uncertainty Modeling in the Process of SMEs Financial Mechanism Using Intuitionistic Fuzzy Estimations. Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’14, Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, ISBN:978-989-758-032-1, DOI:10.5220/0005427002710275, 271-275, 2014.
98. Shahpazov, G., L. Doukovska, V. Atanassova, Assessment Finance Approach from the Glance of a Generalized Net Model Implemented in a Structural Unit of a Financial Institution. In: Modern Developments in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy

- Sets, Generalized Nets and Related Topics, K. Atanassov, M. Baczynski, J. Drewniak, J. Kacprzyk, M. Krawczak, E. Szmidt, M. Wygralak, S. Zadrozny (Eds.), Warsaw, Poland, Polish Academy of Sciences, ISBN:83-894-7554-5, 93-102, 2014.
99. Shahpazov, G., L. Doukowska, K. Atanassov, Generalized Net Model of Internal Structural Unit Functionality Focused on SME Financing, Proc. of the 12th International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets – IWIFSGN’13, Warsaw, Poland, In: Modern Developments in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, Generalized Nets and Related Topics, K. Atanassov, M. Baczynski, J. Drewniak, J. Kacprzyk, M. Krawczak, E. Szmidt, M. Wygralak, S. Zadrozny (Eds.), Warsaw, Poland, ISBN 83-894-7554-5, 83-92, 2014.
100. Shahpazov, G., L. Doukowska, K. Atanassov, Generalized Net Model of the Methodology for Analysis of the Creditworthiness and Evaluation of Credit Risk in SMEs Financing. Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’13, Noordwijkerhout, The Netherlands, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, ISBN:978-989-8565-56-3, DOI:10.5220/0004776702920297, 292-297, 2013.
101. Shahpazov, G., L. Doukowska, Generalized net model of internal financial structural unit’s functionality with intuitionistic fuzzy estimations. Proc. of the 17th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets, vol. 19, №3, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets (NIFS), 111-117, 2013.
102. Shahpazov, G., L. Doukowska, Structuring of Growth Funds with the Purpose of SME’s Evolution under the JEREMIE Initiative. Proc. of the Second International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’12, Geneva, Switzerland,, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, ISBN:978-989-8565-26-6, DOI:10.5220/0004462301590164, 159-164, 2012.
103. Shahpazov, V., L. Doukowska, D. Karastoyanov, Artificial Intelligence Neural Networks Applications in Forecasting Financial Markets and Stock Prices. Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’14, Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg, SCITEPRESS - Science and Technology

- Publications, ISBN:978-989-758-032-1, DOI:10.5220/0005427202820288, 282-288, 2014.
104. Shahpazov, V., V. Velev, L. Doukovska, Forecasting Price Movement of Sofix Index on the Bulgarian Stock Exchange – Sofia Using an Artificial Neural Network Model. Proc. of the International Symposium on Business Modeling and Software Design – BMSD’13, Noordwijkerhout, The Netherlands, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, ISBN:978-989-8565-56-3, DOI:10.5220/0005427202820288, 298-303, 2013.
  105. Significance assessment review - 2020, ECB, 2020.
  106. Significance Assessment: 2021 at a glance – moving to 2022, ECB, 2021.
  107. Sotirov, S., V. Atanassova, E. Sotirova, L. Doukovska, V. Bureva, D. Mavrov, J. Tomov, Application of the Intuitionistic Fuzzy InterCriteria Analysis Method with Triples to a Neural Network Preprocessing Procedure, Computational Intelligence and Neuroscience, Volume 2017, article ID 2157852, DOI 10.1155/2017/2157852, 9 pages, 2017.
  108. Sotirova, E., S. Sotirov, L. Atanassova, K. Atanassov, V. Bureva, L. Doukovska, Game Method for Modelling with Intuitionistic Fuzzy Rules. Chapter of Book Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, 559, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-319-65544-4, ISSN:2194-5357, 153-168, 2018.
  109. Srinivasan, D., Modeling and Optimization for Large Engineering Systems: Hybrid Computational Intelligence and Multi-Agent Approach, 2010 World Congress on Computational Intelligence, Barcelona, Spain, 2010.
  110. Stoyanov, S., T. Glushkova, I. Popchev, L. Doukovska, Virtualization of Things in a Smart Agriculture Space. Sgurev V., Jotsov V., Kacprzyk J. (Eds.), Chapter of Book: Advances in Intelligent Systems Research and Innovation, Series: Studies in Systems, Decision and Control, 379, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-78123-1, DOI:10.1007/978-3-030-78124-8\_16, 349-368, 2022.



111. Stoyanov, S., T. Glushkova, V. Tabakova-Komsalova, A. Stoyanova-Doycheva, V. Ivanova, L. Doukovska, Integration of STEM centers in a Virtual Education Space. *Mathematics*, Special Issue: Digital Transformation of Mathematics Education, 744, 10, MDPI, ISSN:2227-7390, DOI:10.3390/math10050744, 2022.
112. \*Stoyanova-Doycheva A., V. Ivanova, L. Doukovska, V. Tabakova, I. Radeva, S. Danailova, Architecture of a Knowledge Base in Smart Crop Production. *Proceedings of the International Conference Automatics and Informatics – ICAI’21*, 30 September-2 October 2021, Varna, Bulgaria, IEEE Xplore, 2021.
113. Supervisory Banking Statistics, Fourth quarter 2020, ECB, Banking supervision, ISSN 2467-4303 (pdf), 2020.
114. Supervisory Banking Statistics, Fourth quarter 2021, ECB, Banking supervision, ISSN 2467-4303 (pdf), 2021.
115. Terziyska, M., L. Doukovska, M. Petrov, Implicit Generalized Predictive Controller Based on Semi Fuzzy Neural Network Model. *Proceedings of the 7th IEEE International Conference Intelligent Systems IS’2014*, Warsaw, Poland, Volume 1: Mathematical Foundations, Theory, Analyses, In Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, 1, 322, Springer International Publishing, ISBN:978-3-319-11312, ISSN:2194-5357, DOI:10.1007/978-3-319-11313-5, 695-706, 2015.
116. Tzanov, V., L. Todorova, D. Zoteva, L. Doukovska, Generalized Net Model of Processes of Loading and Transportation of Raw Materials of Open Construction Sites. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 994, 1081, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-47023-4, DOI:10.1007/978-3-030-47024-1\_19, 10, 174-183, 2020.
117. Translated by Sommer, Otto. *Code of Hammurabi, King of Babylon. Records of the Past*. Washington, DC: Records of the Past Exploration Society. *Code of Hammurabi, King of Babylon. Liberty Fund*. Translated by Harper, Robert Francis (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
118. Valkov, I., K. Atanassov, L. Doukovska, Generalized Nets as a Tool for Modelling of the Urban Bus Transport. Cham, *Lecture Notes in Artificial Intelligence book series*

- LNCS, 10333, Springer International Publishing, Switzerland, ISSN:0302-9743, DOI:10.1007/978-3-319-59692-1, 276-285, 2017.
119. Vankova, D., S. Sotirov, L. Doukovska, An Application of Neural Network to Health-Related Quality of Life Process with Intuitionistic Fuzzy Estimation. Chapter of Book Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, 559, Springer International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-319-65544-4, DOI:10.1007/978-3-319-65545-1\_17, 183-189, 2018.
120. Vassileva, S., L. Doukovska, S. Mileva, AI-Based Prediction and Diagnostic on Bioethanol Production. Proc. of the 6th IEEE International Conference on Intelligent Systems – IS'12, Sofia, Bulgaria, IEEEExplore, ISBN:978-1-4673-2782-4, 270-274, 2012.
121. Zadeh, L. A, Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, Fuzzy Sets and Systems, Volume 1, 3-28, 1978.
122. Zadeh, L. A., Fuzzy sets, Information and Control, 8, 338-353, 1965.
123. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Ribagin, I. Radeva, InterCriteria Approach to Behtetrev's Disease Analysis. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 23, 2, Prof. Marin Drinov Publishing House, ISSN:1310-4926, 119-127, 2017.
124. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Ribagin, A. Michalíková, I. Radeva, InterCriteria Analysis of Behterev's Kinesitherapy Program. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 23, 3, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1310-4926, 69-80, 2017.
125. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Ribagin, I. Radeva, InterCriteria Analysis of Data Obtained from Patients with Behterev's Disease. International Journal Bioautomation, 24, 1, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, ISSN:1314-1902, DOI:10.7546/ijba.2020.24.1.000507, 5-14, 2020.
126. Zaharieva, B., L. Doukovska, S. Danailova, InterCriteria Decision Making Approach for Osteoarthritis Disease Analysis. Chapter of Book Series: Lecture Notes in Networks and Systems, S. S. Sotirov et al. (Eds.): BioInfoMed 2020, 374, Springer

International Publishing, Switzerland, ISBN:978-3-030-96637-9, DOI:10.1007/978-3-030-96638-6\_44, 1-12, 2022.

127. Zaharieva, B., D. Karastoyanov, L. Doukovska, Visual Braille Service for Low-Sighted Users, Proc. of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Systems – IS’18, 25-27 September 2018, Funchal, Madeira Island, Portugal, ISBN 978-1-5386-7097-2, IEEE Xplore, 2018.
128. Zaharieva, B., D. Karastoyanov, L. Doukovska, N. Stoimenov, V. Atanassova, InterCriteria Decision Making Approach for Hybrid Electromagnetic Systems, Proc. of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Systems – IS’18, 25-27 September 2018, Funchal, Madeira Island, Portugal, ISBN 978-1-5386-7097-2, IEEE Xplore, 2018.
129. [https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r\\_qt1403g.htm/](https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1403g.htm/)
130. <https://www.bnb.bg/>
131. <https://www.ecb.europa.eu/>
132. <https://intercriteria.net/>
133. <https://www.mckinsey.com/>
134. <https://protege.stanford.edu/>
135. <http://jacamo.sourceforge.net/>
136. <http://jason.sourceforge.net/wp/>
137. <https://jade.tilab.com/>