



**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ
НА НАУКИТЕ**



ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ “ИНФОРМАЦИОННИ ПРОЦЕСИ И СИСТЕМИ ЗА ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ”

Найден Кирилов Найденов

**ИЗСЛЕДВАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ НА БИЗНЕС ПРОЦЕСИ,
ПОДПОМАГАЩИ ВЗЕМАНЕТО НА РЕШЕНИЯ,
СВЪРЗАНИ С ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

на ДИСЕРТАЦИЯ

за присъждане на образователна и научна степен “Доктор”

Професионално направление: 4.6. “Информатика и компютърни науки”

Докторска програма “Информатика”

Научен ръководител

проф. д.н. Даниела Борисова

Дисертационният труд е обсъден и допуснат до защита на разширено заседание на секция „Информационни процеси и системи за вземане на решения“ при ИИКТ-БАН, състояло се на 21.03.2025 г.

Дисертационният труд е структуриран в увод, 3 глави, заключение, приноси, насоки за бъдещи изследвания, списък на публикациите, списък на забелязаните цитирания, декларация за оригиналност на резултатите и библиография. Дисертационният труд е в общ обем от 126 страници, 30 фигури, 16 таблици, и 187 литературни източника.

Защитата на дисертацията ще се състои на2025 г.
от часа в зала на блок 2 на ИИКТ-БАН
на открито заседание на научно жури в състав:

Научно жури

1.
2.
3.
4.
5.

Рецензиите и становищата на членовете на научното жури и авторефератът са публикувани на сайта на ИИКТ-БАН.

Материалите за защитата са на разположение на интересувашите се в стая 315 на ИИКТ-БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 2.

Автор: **Найден Кирилов Найденов**

Заглавие: **Изследване и моделиране на бизнес процеси, подпомагащи вземането на решения, свързани с дигиталната трансформация**

УВОД

Дигиталната трансформация е явление с изключително значение за съвременната бизнес среда, което не само променя начина, по който фирмите взаимодействат помежду си и с потребителите, но и коренно преосмисля целите и стратегиите на организациите. Тя обхваща много аспекти на бизнеса, включително технологии, процеси, култура и клиентски опит, не само технологичен напредък, а също и стратегическа променлива, която изисква нова перспектива към управлението на компаниите.

Дигиталната трансформация е многоизмерен процес, който обхваща редица компоненти, включително технологични, организационни и културни аспекти. Първо, иновациите в стратегическите подходи са от съществено значение, тъй като компаниите трябва да преосмислят как създават стойност за клиентите си в контекста на бързо променящата се цифрова среда. Това може да включва нови бизнес модели, които интегрират дигитални технологии в основните операции, а също и адаптиране на предлаганите продукти и услуги, за да отговорят на потребителските нужди. Второ, организационната структура също трябва да се трансформира, за да отговори на новите изисквания и да улесни иновациите. Това може да включва крос-функционални екипи, които работят по проекти, както и култура на сътрудничество и открито общуване, което да насърчава обмена на идеи и иновации. Трето, технологичната инфраструктура на компаниите е ключов фактор за успешната дигитална трансформация. Организациите трябва да инвестират в съвременни технологии, които да подпомогнат автоматизацията на процесите, анализа на данни и внедряването на иновации.

Когато се комбинират тези аспекти, става ясно, че дигиталната трансформация изисква стратегически подход, който да взема предвид взаимодействието между технологичните, организационните и културните промени. Компаниите трябва да разработят цялостни стратегии, които да обхващат всички нива на организацията и да отразяват целите на бизнеса, както и потребностите на клиентите.

Дисертационният труд е структуриран в увод, 3 глави, заключение – резюме на получените резултати, приноси, списък на публикациите по дисертационния труд, списък на забелязаните цитирания, декларация за оригиналност на резултатите и библиография.

В **Глава 1** е направен обзор и анализ на основните процеси и задачи, способстващи за постигането на дигиталната трансформация. Анализирани са основните бизнес

процеси, както и етапите за успешна дигитална трансформация. Особено внимание е отделено и на човешкия фактор в този процес, включително и на системите за управление на взаимоотношенията с клиенти. Във втората част от тази глава е направен анализ на техниките за подпомагане вземането на решения, приложими към процесите на дигиталната трансформация. Въз основа на направения анализ са определени изводи, на база на които е формулирана и целта на настоящия дисертационен труд.

В Глава 2 са описани предложените модели, които подпомагат вземането на решения при различни процеси, свързани с дигитална трансформация. Представен е интегриран подход за оценка на напредъка на дигитална трансформация чрез използване на множество обективни и субективни индикатори. Въз основа на определените индикатори е формулиран математически модел за оценка на текущото състояние на дигиталната трансформация. За 3-те основни етапа на дигиталната трансформация (оперативна готовност, организационна готовност и бизнес стойност) са идентифицирани съответни групи индикатори, използвани за формулирането на математически модел за оценка на напредъка на дигиталната трансформация. Описани са математически модели, които намират приложение и подпомагат работата на главния информационен мениджър в процеса на дигитална трансформация. Отчитайки необходимостта от лидер по дигиталната трансформация, е предложен и модел за групово вземане на решение за избор на кандидат за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация.

В Глава 3 са представени проведените числени експерименти на предложените модели. Описани са резултатите от проведено тестване на предложения интегриран подход за оценка на напредъка на цифровата трансформация чрез използване на множество обективни и субективни показатели. Представени са резултати от тестването на предложения модел за оценка на цифровата трансформация, базиран на групи от индикатори за оперативна и организационна готовност и бизнес стойност. Описана е приложимостта на формулираните модели, подпомагащи работата на главния информационен мениджър в процеса на дигитална трансформация. В края са представени и резултати от числено тестване на модела за групово вземане на решения при оценка и избор на кандидати за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация.

В заключението са обобщени получените резултати в следствие на предложените и тествани математически модели за подпомагане вземането на решения и пряко свързани с дигиталната трансформация.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НА БИЗНЕС ПРОЦЕСИТЕ И ЗАДАЧИТЕ НА ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ И НЯКОИ МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛИ ЗА ПОДПОМАГАНЕ ВЗЕМАНЕТО НА РЕШЕНИЯ

В настоящата глава са представени задачите и процесите, съпровождащи дигиталната трансформация. Особено внимание е отделено и на човешкия фактор в този процес, както и на системите за управление на взаимоотношенията с клиенти. Във втората част от тази глава е направен анализ на техниките за подпомагане вземането на решения, приложими към процесите на дигиталната трансформация. Въз основа на направения анализ са определени изводите, на база на които е формулирана и целата на настоящия дисертационен труд.

1.1. Анализ на задачите и процесите на дигиталната трансформация

Дигиталната трансформация ускорява превръщането на научноизследователската и развойна дейност в патенти и намалява времето между заявката за патент и одобрението. Тя насърчава иновациите чрез подобряване на качеството на труда и облекчаване на финансовите ограничения, като тези посреднически ефекти са позирани за експлоатационните иновации (Qiao et al., 2025). Междудисциплинарният обмен на знания допринася за по-доброто разбиране на стратегическите императиви на дигиталната трансформация, тъй като включва множество функционални области, включително маркетинг, информационни системи, иновации, стратегически и оперативен мениджмънт (Henfridsson et al., 2014; Bharadwaj et al., 2013). В днешния бързо развиващ се цифров пейзаж термини като цифровизация, дигитализация и дигитална трансформация често се използват взаимозаменяемо. Въпреки това, всяка концепция има различни значения и последици за бизнеса и организациите (Brennen & Kreiss, 2016).

1.1.1. Цел и задачи на дигиталната трансформация

Целта на дигиталната трансформация е да подобри бизнес операциите, като използва силата на цифровите технологии, създавайки по-ефективна, адаптивна и конкурентна организация, способна да отговори на постоянно променящите се нужди на клиентите и динамиката на пазара (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014). За постигане на тази цел е необходимо да се реализират множество стратегически задачи и инициативи, които интегрират цифровите технологии във всички аспекти на организацията и трансформират както вътрешните процеси, така и външните взаимодействия (Kane et al., 2015). Чрез използването на цифрови технологии и иновации, организациите могат не само да оптимизират своите процеси, но и да

предоставят по-добри услуги на клиентите, да увеличат конкурентоспособността си и да се адаптират бързо към промените на пазара. Някои от основните области, подлежащи на подобрене в резултат на прилагане на цифровите технологии са показани на Фиг. 1.1:



Фиг. 1.1. Процеси, подлежащи на подобрене в резултат на прилагане на цифровите технологии

1.1.2. Ключови области, свързани с дигиталната трансформация

Дигиталната трансформация се отнася до процеса на преминаване от аналогови към цифрови системи и технологии, като това включва не само технологична промяна, но и цялостно преосмисляне на бизнес процесите, организационната култура и клиентското изживяване (Bharadwaj et al., 2013). Поради това, дигиталната трансформация засяга широк кръг от индустрии, включително здравеопазване, образование, финанси, производство, търговия на дребно и правителство (Schwab, 2016). Тя обхваща широк спектър от бизнес процеси, но най-често се отнася до ключови области като: продажби и маркетинг; производство и верига за доставки; финанси и счетоводство; човешки ресурси; управление на проекти; обслужване на клиенти; ИТ управление.

1.1.3. Процеси, включени в дигиталната трансформация

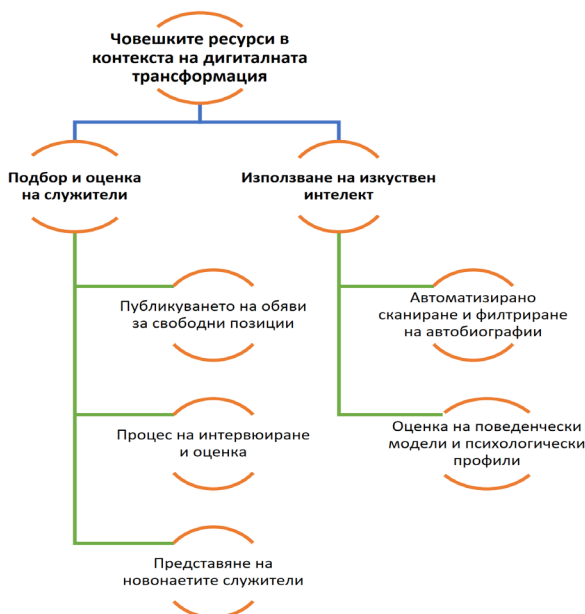
Процесът на дигитална трансформация включва няколко ключови стъпки и аспекти, които помагат на организациите да преминат от традиционни, аналогови методи към цифрови решения. На Фиг. 1.3 са показани някои основни процеси и елементи, включени в дигиталната трансформация:

Стратегическо планиране	Оценка на текущото състояние	Идентифициране на възможности за цифрова иновация	Инвестиране в технологии	Разработване на план за управление на промените	Внедряване на нови процеси и системи	Наблюдаване и оценяване напредъка	Непрекъснато усъвършенстване
-------------------------	------------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------

Фиг. 1.3. Основни процеси и елементи, включени в дигиталната трансформация

1.1.4. Човешките ресурси в контекста на дигиталната трансформация

Внедряването на технологии за автоматизиране на административни задачи, като обработка на кандидатури, планиране на интервюта и организиране на документи, спомага за улесняване на HR специалистите и позволява на компаниите да се фокусират върху стратегически и креативни аспекти на управлението на таланти (Stone et al., 2015; Parry & Tyson, 2018). На Фиг. 1.4 са показани основните аспекти на човешките ресурси в контекста на дигиталната трансформация.



Фиг. 1.4. Основни аспекти на дигиталната трансформация в областта на човешките ресурси.

Проучванията показват, че ИИ намалява времето за обработка на кандидатури с до 75%, като намалява и риска от предразсъдъци и лични предпочитания в подбора (Cascio & Montealegre, 2016; Bodea et al., 2020). Основните подходи за използване на ИИ в оценката на кандидатите включват:

- *Автоматизирано сканиране и филтриране на автобиографии* – Използвайки методи за анализ на ключови думи и фрази, ИИ системите бързо

откриват и класифицират кандидатурите, които най-добре отговарят на изискванията на позицията (Upadhyay & Khandelwal, 2018).

- *Оценка на поведенчески модели и психологически профили:* Някои ИИ инструменти използват психометрични данни и анализи на поведенчески модели, за да оценят личностните характеристики на кандидатите, техните меки умения и вероятност за успешна адаптация към корпоративната култура.

1.1.5. Системите за управление на взаимоотношенията с клиенти като инструмент на дигиталната трансформация

Системите за управление на взаимоотношенията с клиентите (Customer Relationship Management – CRM) и тяхната роля в трансформацията на управлението на взаимоотношенията с клиентите са основополагащи за успешната дигитализация на бизнеса. Чрез тази софтуерни системи организациите успешно могат да управляват връзките с клиенти, като събират и анализират данни от различни канали на комуникация. Основната цел на CRM системите е интегрирането и автоматизирането на продажбите, маркетинга и поддръжката на клиенти, което се постига чрез интегрирането на 3 основни компонента: автоматизация на продажбите, автоматизация на маркетинга и автоматизация на услугите. CRM платформите подпомагат бизнеса да направи информирани решения, като им предоставя ключови данни за поведението на клиентите и техните взаимодействия с бранда.

1.2. Анализ на техниките за подпомагане вземането на решения, приложими към процесите на дигиталната трансформация

Многокритериалното вземане на решения (Multi-criteria decision-making – MCDM) разполага с множество инструменти и методи, които могат да се прилагат в различни области от финанси до инженерно проектиране. В този контекст, настоящия раздел има за цел да представи накратко концепцията на MCDM, основни категории и различни методи, които биха били приложими към разглеждания проблем, свързан с дигиталната трансформация. MCDM е един от основните проблеми при вземането на решения, който има за цел да определи най-добрата алтернатива чрез разглеждане на повече от един критерий в процеса на подбор. MCDM включва различни елементи и концепции, базирани на естеството на проблема за вземане на решение, като основните от тях са както следва:

- Алтернативите са „различни възможни начини на действие“
- Атрибутът се определя като „измерима характеристика на алтернатива“ (Taherdoost & Madanchian, 2023)

- Агрегирането се отнася до „разглеждане на представянето на алтернатива спрямо специфичните критерии за вземане на решение относно алтернативата“
- Променливите за вземане на решение се дефинират като „компоненти на вектора на алтернативите“
- Пространството за вземане на решения се представя като „осъществими алтернативи“
- Теглата се дефинират като „елементи, използвани за количествено определяне на атрибута на алтернативата чрез присвояване на стойност“
- Критериите се определят като „инструменти за оценка и сравняване на алтернативи от гледна точка на последствията от техния избор“
- Предпочитанията се дефинират като „как дадена алтернатива удовлетворява нуждите на вземащия решение относно даден атрибут“
- Решенията са различни в зависимост от типа проблем, който може да включва избор, класиране и проблеми за сортиране (Borissova et al., 2020)

1.2.1. Общо представяне на проблемите на многокритериалния анализ

Процесът на MCDM може да се разглежда като избор на най-добрата (с смисъла на най-предпочитаната) алтернатива от предварително зададен набор от алтернативи. В математическа форма, проблема на MCDM се дефинира чрез множеството от алтернативи, множеството от критерии за оценка и множеството от теглови коефициенти, изразяващи важността на критериите. Цялата тази информация обикновено се организира в матрична форма, както е показано в Таблица 1.1.

Таблица 1.1. Матрица на многокритериалния анализ

Алтернативи	Критерии/теглови коефициенти		
	C_1	C_2	C_n
	w_1	w_2	w_n
A_1	x_{11}	x_{12}	x_{1n}
A_2	x_{21}	x_{22}	x_{2n}
	x_{ij}		
A_m	x_{m1}	x_{m2}	x_{mn}

В тази матрица x_{ij} представлява стойността на алтернативата A_i , спрямо критерий C_j , а ($W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$) е векторът на тегловите коефициенти за важност на критериите. Тези два основни параметъра характеризират проблемите на многокритериалния анализ. Чрез многокритериалният анализ се осигурява възможност за оценяване на алтернативите, което е препоставка тези алтернативи да могат да се подредят от най-

доброто към най-лошото им представяне или обратно. Имайки предвид така описаната матрица, на база на която се реализира класирането, могат да се идентифицират и основните стъпки на този тип проблеми, както е показано на Фиг. 1.6 (Ceballos et al., 2016).



Фиг. 1.6. Основни стъпки за решаване проблемите на многокритериалния анализ

Има много методи многокритериалното вземане на решения и всеки метод има собствена дефиниция за най-добра алтернатива и не е определено дали използването на едни и същи входни данни в различните методи на многокритериалното вземане на решения ще доведат до същите резултати.

1.2.2 Категории проблеми на многокритериалното вземане на решения

Различните методи на многокритериалното вземане на решения имат характеристики, които могат да бъдат свързани с много аспекти от качеството на отговорите до вида на проблема, който тези методи решават. Следователно, за по-доброто разбиране на методологиите на тези методи, е от съществено значение да се разгледа класификацията на проблемите на MCDM. Съществуват различни варианти, разглеждащи различни аспекти на проблемите, се разпознават в множество изследвания като например, структурирани или неструктурирани проблеми, проблеми с несигурност, проблеми с множество критерии и целеви функции. Различните методи на многокритериалното вземане на решения са представени обобщено на Фиг. 1.7 (Taherdoost & Madanchian, 2023; Sabaei et al., 2015; Baizyldayeva et al., 2013).



Фиг. 1.7. Класификация на методите на MCDM

Показано е, че методите подпомагащи вземането на решения базирани на многокритериалния анализ са значително по-често разглеждани в научната литература в сравнение с методите за многокритериалната оптимизация (Taherdoost & Madanchian, 2023).

1.2.3. Някои често използвани методи за многокритериален анализ

Методът на претеглената сума (или Weighted Sum Method – WSM) вероятно е най-често използваният подход, особено при едномерни проблеми. Ако има M алтернативи и N критерии, тогава най-добрата алтернатива е тази, която удовлетворява (в случай на максимизиране) на следния израз (Triantaphyllou, et al., 1998):

$$A_{WSM}^* = \max \sum_{j=1}^N q_{ij}w_j, \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, M \quad (1.4)$$

където: A_{WSM}^* е съответния резултат за най-добрата алтернатива, N е броят на критериите на база на които се взема решение, q_{ij} е действителната стойност на i -th алтернатива по отношение на j -th критерий, а w_j е теглото за важността на j -th критерий.

Метод на претегленото произведение (Weighted Product Model – WPM). Този метод е много подобен на предходния метод. Разликата е, че вместо операцията събиране

се използва операцията умножение. За да се сравнят алтернативите A_K и A_L , трябва да се изчисли следното отношение (Triantaphyllou, et al., 1998):

$$R\left(\frac{A_K}{A_L}\right) = \prod_{j=1}^N \left(\frac{a_{Kj}}{a_{Lj}}\right)^{w_j} \quad (1.5)$$

където: N е броят на критериите, a_{Kj} е действителната стойност на i -тата алтернатива по отношение на j -ия критерий, а w_j е теглото за важност на j -ия критерий.

1.3. Изводи

В резултат на направения обзорен анализ на бизнес процесите, фазите и задачите на дигиталната трансформация, могат да се направят следните изводи.

- Възприемането на цифровите технологии в различни бизнес процеси оказва значително въздействие върху ефективността, производителността и конкурентоспособността на организациите. Тези технологии позволяват не само по-бърз и ефикасен достъп до клиенти, но също така улесняват вътрешните процеси и управлението на риска, като така създават стабилна основа за устойчиво развитие.
- Дигиталната трансформация изисква нови умения на служителите, а инфраструктурата заедно с умения на служителите са сред основните фактори, влияещи върху процесите на дигитална трансформация. Успешното интегриране на новите технологии в организациите е правопропорционално на нивото на дигитална зрялост на организациите.
- Условието на сложност и многообразие на факторите, които трябва да бъдат взети предвид, предопределят важната роля на методите подпомагащи вземането на решения. Те предоставят ефективни начин за справяне многообразието от проблеми, с които се сблъскват както организациите, така и отделния човек. С нарастващата важност на анализа на данните и интелигентните системи, в процесите на вземане на решения, методите MCDM продължават да имат ключова роля в оптимизирането на решенията на различни нива на управление и стратегическо планиране.

На база на направения анализ на процесите, свързани с дигиталната трансформация и анализа на подходящите техники за подпомагане вземането на решения, с настоящото дисертационно изследване се цели да се предложат модели, водещи до водещи до оценяване и подобряване на процесите по дигиталната трансформация.

1.4. Цел и задачи

Цел на дисертационният труд е да се изследват бизнес процеси, свързани с дигиталната трансформация, на база на което да се предложат подходящи математически модели подпомагащи вземането на решения и водещи до подобряване на процесите по дигиталната трансформация. За реализирането на тази цел е необходимо да се изпълнят следните задачи:

- 1) да се направи анализ на основните бизнес процеси и елементи, наличието на които е предпоставка за успешна дигитална трансформация;
- 2) да се идентифицират ключови индикатори за оценка напредъка на дигитална трансформация;
- 3) да се предложи модел за оценка на напредъка на дигиталната трансформация, отчитайки както обективни и субективни индикатори;
- 4) да се предложи модел за подпомагане работата на лицето, движещо дигитална трансформация;
- 5) да се предложи модел за избор на лицето, движещо дигитална трансформация.

ГЛАВА 2. МОДЕЛИ ПОДПОМАГАЩИ ВЗЕМАНЕТО НА РЕШЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНИ ПРОЦЕСИ, СВЪРЗАНИ С ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ

В тази глава от дисертацията са описани предложените модели, които подпомагат вземането на решения при различни процеси, свързани с дигитална трансформация.

2.1. Интегриран подход за оценка на напредъка на дигиталната трансформация чрез използване на множество обективни и субективни индикатори

Независимо от областта на приложение, общата цел на дигиталната трансформация е да подобри ефективността, стойността или иновациите. Мерките, които влияят върху дигиталната трансформация на МСП, могат да бъдат представени от четирите групи (Schuh et al., 2017), отнасящи се до: 1) ресурси, 2) информационни системи, 3) организационна структура и 4) култура.

Дигиталната трансформация може да бъде измерена чрез това как една организация използва ИТ, хората и процесите, за да реализира нови бизнес модели и приходи,

мотивирани от очакванията на клиентите за продукти и услуги. Има няколко ключови позиции, чиято интеграция е ключова за дигитализацията на компанията:

- 1) Главен информацион мениджър (ГИМ) (Chief Information Officer – CIO),
- 2) Главен мениджър по информационна сигурност (ГМИС) (Chief Information Security Officer – CISO),
- 3) Главен технологичен мениджър (ГТМ) (Chief Technology Officer – CTO) и
- 4) Главен мениджър по дигитализация (ГМД) (Chief Digital Officer – CDO).

За различни компании някои от тези роли могат да бъдат обединени или могат да бъдат разглеждани с различно значение поради фокуса на компанията. Например за бизнес ориентирана компания най-важен е ГИМ, за технологично ориентирана компания най-важен е ГТМ, за дигитално ориентирана компания най-важен е ГМД.

2.1.1. Роля и йерархия на главния информационен мениджър, главния директор по информационна сигурност, главния технологичен директор и главния дигитален директор

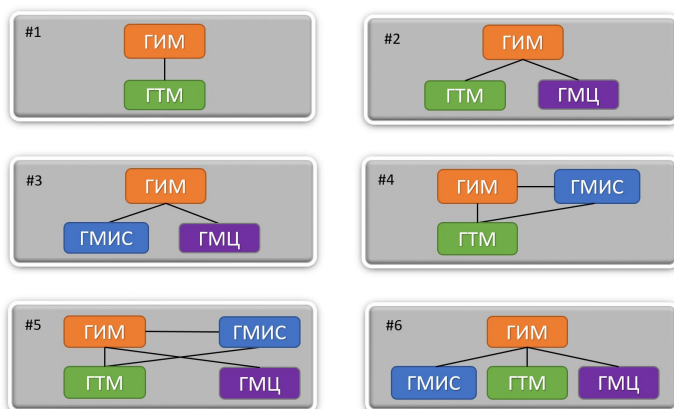
Главният информационен мениджър (ГИМ) е изпълнителният директор на компанията, отговорен за управлението, внедряването и използваемостта на информационните и компютърни технологии.

Главният технологичен мениджър (ГТМ) е лице на изпълнително ниво, което се фокусира върху създаването и прилагането на подходящи фирмени политики в съответствие с научните нужди за постигане на бизнес целите. Отговорностите на ГТМ са фокусирани върху разработването на процедури и стратегии, R&D, използване на технологии. В миналото ролите на ГИМ и ГТМ се изпълняваха от ГИМ. Емпиричните резултати разкриват положителна връзка между пола и иновациите на ГТМ, а компаниите с по-силна корпоративна култура, подкрепяща иновациите, имат жени ГТМ (Wu et al., 2021).

Основните отговорности на главния мениджър по информационна сигурност (ГМИС) се отнасят до проблемите на сигурността на информацията и данните чрез осигуряване на подходяща превенция и защита срещу атаки срещу информационната сигурност, както и бързо възстановяване на нарушение на сигурността (Dhillon et al., 2021).

Ролята на ГМД е свързана с различни дейности, които правят възможно превръщането на традиционните операции в цифрови процеси. Въз основа на широкомащабна извадка от фирми и проведени изследвания е установено, че само около 5% от фирмите са имали ГМД до края на 2018 г. (Kunisch et al., 2020). Като се

вземат предвид основните отговорности на тези ръководители, могат да бъдат идентифицирани следните шест комбинации и ситуации, както показано на Фиг. 2.2.



Фиг. 2.2. Отношения между ГИМ, ГМИС, ГТМ, и ГМД

Общото във всички тези случаи, показани на Фиг. 2.2, е водещата роля на ГИМ. Това означава, че в ситуация на микро-размер или малка компания позицията на ГИМ трябва да е налична, дори ако е позиция на непълно работно време.

2.1.2. Индикатори за оценка на дигиталната трансформация

За оценка на успеха на прилагането на дигиталната трансформация, се предлага множество от обективни и субективни индикатори за измерване на резултатите от дигиталната трансформация, както е показано в Таблица 2.1.

Таблица 2.1. Критерии за оценка за измерване на ефективността на бизнес дейностите при дигитализация

Обективни критерии за оценка	Субективни критерии за оценка
IT инфраструктура	Силни лидерски умения
Успешно внедрени пазарни иновации	Силна бизнес комуникация
Възвръщаемост на инвестицията	Изграждане на доверие
Нови Клиенти	Разрешаване на проблем
Производителност на служителите	Управление на времето
	Вземане на решение
	Предприемачески начин на мислене
	Стратегическо мислене

2.1.3. Математически модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация, отчитайки обективни и субективни индикатори

За да се измери ефективността на бизнес дейностите при дигиталната трансформация, е необходимо да се разгледат две групи показатели – обективни и субективни в рамките на една обобщена функция на полезност ($DT^{performance}$) по следния начин (Borissova et al., 2022):

$$DT^{performance} = \max\{\alpha \sum_{i=1}^O w_i e_i + \beta \sum_{j=1}^S w_j e_j\} \quad (2.1)$$

$$\alpha + \beta = 1 \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^O w_i = 1 \quad (2.3)$$

$$\sum_{j=1}^S w_j = 1 \quad (2.4)$$

Коефициентът α изразява важността на обективните критерии, а коефициентът β изразява субективните. Коефициентите w_i и w_j изразяват относителната важност между обективни и субективни индикатори, e_i и e_j представляват оценъчни точки за представянето на обективни и субективни критерии. Коефициентите α и β позволяват да се реализира по-гъвкав модел, отчитащ обективни и субективни критерии с различна важност в крайната комплексна оценка.

2.2. Модел за оценка на дигиталната трансформация, базиран на групи от индикатори за оперативна и организационна готовност и бизнес стойност

Цифровите технологии драстично прекрояват индустриите и много компании предприемат огромни усилия за промяна, за да бъдат в крак с конкурентите. Проучване показва, че дигиталната трансформация изисква промени в уменията на служителите, от които организациите се нуждаят (Ostmeier & Strobel, 2022). ИТ инфраструктурата и нивата на умения на служителите са важни фактори, влияещи върху процесите на дигитална трансформация (Cirillo et al., 2023).

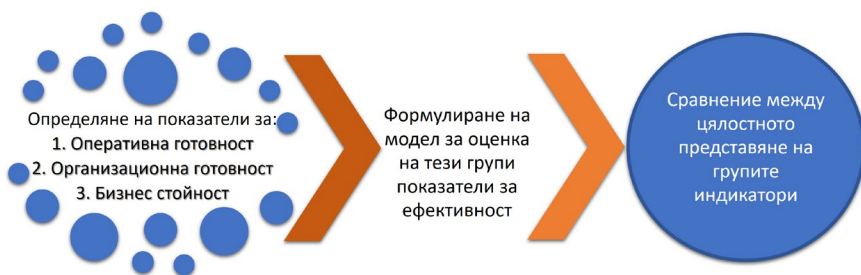
2.2.1. Ключови показатели за оценка на дигиталната трансформация – оперативна готовност, организационна готовност и бизнес стойност

Ключовите показатели за ефективност (KPIs) играят съществена роля при определяне на напредъка на дигиталната трансформация. Няма универсални ключови индикатори за измерване на напредъка в цифровизацията, но е възможно да бъдат разделени на групи от индикатори, свързани с етапите на (1) оперативна готовност,

(2) организационна готовност и (3) бизнес стойност или въдвращаемост (Kimberling, 2022).

2.2.2. Математически модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация чрез групи от индикатори за оперативна и организационна готовност и бизнес стойност

В този раздел се описва предложената последователност от стъпки, приложима за целите на оценяване напредъка на дигиталната трансформация, както е показано на Фиг. 2.4.



Фиг. 2.4. Етапи на оценка на дигиталната трансформация

Няма строги индикатори за изразяване готовност на тези етапи и поради това са предложени следните общи индикатори за трите групи, показани в Таблица 2.2.

Таблица 2.2. Индикатори за измерване на етапите на дигиталната трансформация

Групи от индикатори	Ключови индикатори
Оперативна готовност	1.1. Брой закупени лицензи към броя потребители, които действително използват софтуера 1.2. Брой цифрови точки 1.3. Брой използвани инструменти за анализ
Организационна готовност	2.1. Брой ръководители, ангажирани с дигитални инициативи 2.2. Брой открити кибератаки 2.3. Брой успешни предотвратени кибератаки 2.4. Време е за откриване и реагиране на кибер заплахи
Бизнес стойност	3.1. Брой успешно внедрени иновации 3.2. Брой приложения на иновативни решения 3.3. Брой нови продукти или услуги 3.4. Съотношение на средствата, получени от дигиталната трансформация и изразходваните за нея 3.5. Време за пазар за нова оферта

За да се оцени състоянието на дигиталната трансформация (DX), се използват 3 групи индикатори, за които се търси максимална продуктивност (Borissova et al., 2024):

$$DX = \begin{cases} \max OpR \\ \max OrR \\ \max BV \end{cases} \quad (2.5)$$

при ограничения

$$OpR = \sum_{i=1}^I w_i m_i > 0 \quad (2.6)$$

$$OrR = \sum_{j=1}^J w_j m_j > 0 \quad (2.7)$$

$$BV = \sum_{k=1}^K w_k m_k > 0 \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^I w_i = 1 \quad (2.9)$$

$$\sum_{j=1}^J w_j = 1 \quad (2.10)$$

$$\sum_{k=1}^K w_k = 1 \quad (2.11)$$

Коефициентите w_i , w_j и w_k изразяват относителната важност между индикаторите във всяка група, докато m_i , m_j и m_k представляват количеството на измеримите индикатори. Метриците за измеримите показатели могат да бъдат изразени в различни единици, което налага тяхното нормиране.

С течение на времето стойността на измеримите индикатори за оперативна готовност трябва да нараства, тъй като това е една от основните предпоставки за осъществяване на дигитална трансформация. Същото важи и за втората група индикатори, които показват до каква степен ръководителите са ангажирани с дейностите по дигитализация и колко добре са защитени тези цифрови данни. Доброто представяне на показателите от тези две групи е предпоставка за добро представяне на показателите от третата група, свързани със стойността на бизнеса.

Трябва да се отбележи, че в модела (2.5) – (2.11), всички индикатори трябва да бъдат измерими. Но е допустимо да се използват неизмерими показатели, чиято мярка може да бъде оценката, дадена от упълномощено лице.

2.3. Модели, подпомагащи работата на главния информационен мениджър в процеса на дигитална трансформация

Днес ролята на главния информационен мениджър (ГИМ) се променя бързо. ГИМ заедно с топ мениджърите трябва да обсъдят предизвикателствата и изискванията към стратегическите ИТ иновации и да изберат подходящи и надеждни софтуерни инструменти, поддържащи ИТ (Gogan et al., 2020).

2.3.1. Модел за групово вземане на решения чрез бърза оценка и избор на софтуерни инструменти за съвместна дистанционна работа

Математическият модел за оценка и избор на софтуерни инструменти за съвместна дистанционна работа може да бъде изразен подобно на класическия модел на претеглената сума (SAW) и модифицирания SAW (Korsemov & Borissova, 2018). Вместо използването на оценки, предложеният математически модел (М-1) разглежда параметрите на софтуерните инструменти като променливи (Borissova et al., 2022):

$$\max A_i = \sum_{e=1}^E \lambda^e \sum_{j=1}^N w_j^e p_{ij}, \quad i = \{1, 2, \dots, M\} \quad (2.12)$$

$$\sum_{j=1}^N w_j^e = 1 \quad (2.13)$$

$$\sum_{e=1}^E \lambda^e = 1 \quad (2.14)$$

където индексът $i = 1, \dots, M$ се използва за представяне на броя на алтернативите; критериите за оценка се означават с индекс $j = 1, \dots, N$; изпълнението на параметрите на i -th алтернатива по отношение на j -th критерий се изразява с p_{ij} ; коефициентите, изразяващи важността на j -th критерий по отношение на e -th експертна гледна точка, са w_j^e ; и претеглените коефициенти λ^e изразяват важността на e -th експертно мнение.

Ефективността на алтернативите представлява сумата от умножението на ефективността на параметъра, като се вземат предвид мненията на експертите по отношение (2.12). Най-подходящата подходяща алтернатива трябва да има максимална производителност.

2.3.2. Модел за групово вземане на решения за използване на комбинаторна оптимизация за едновременно оценка и избор на няколко софтуерни инструмента за отдалечено сътрудничество

Вторият подход за моделиране също е базиран на SAW, но функцията за полезност включва допълнителни два типа коефициенти. Първият от тях представлява двоични целочислени променливи за избор на най-добрата алтернатива/и като крайно групово решение, докато вторият тип коефициенти изразяват важността на мненията на експертите. Отчитайки тези допълнителни съображения, за едновременната оценка и избор на няколко софтуерни инструмента за отдалечено сътрудничество може да се реализира чрез следния модел за групово вземане на решения (М-2), както следва (Borissova et al., 2022):

$$\max \left(\sum_i^M x_i \left(\sum_{e=1}^E \lambda^e A_i^e \right) + \sum_s^S y_s \left(\sum_{e=1}^E \lambda^e A_s^e \right) + \sum_t^T z_t \left(\sum_{e=1}^E \lambda^e A_t^e \right) \right) \quad (2.15)$$

при ограничения

$$\forall i = 1, 2, \dots, M: (\forall e = 1, 2, \dots, E: A_i^e = \sum_{j=1}^N w_j^e a_{i,j}^e) \quad (2.16)$$

$$\forall s = 1, 2, \dots, S: (\forall e = 1, 2, \dots, E: A_s^e = \sum_{p=1}^P w_p^e a_{s,p}^e) \quad (2.17)$$

$$\forall t = 1, 2, \dots, T: (\forall e = 1, 2, \dots, E: A_t^e = \sum_{q=1}^Q w_q^e a_{t,q}^e) \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^M x_i = 1, x_i \in \{0,1\} \quad (2.19)$$

$$\sum_{s=1}^S y_s = 1, y_s \in \{0,1\} \quad (2.20)$$

$$\sum_{t=1}^T z_t = 1, z_t \in \{0,1\} \quad (2.21)$$

$$\sum_{j=1}^N w_j^e = 1 \quad (2.22)$$

$$\sum_{p=1}^P w_p^e = 1 \quad (2.23)$$

$$\sum_{q=1}^Q w_q^e = 1 \quad (2.24)$$

$$\sum_{e=1}^E \lambda^e = 1 \quad (2.25)$$

където A_i^e е изразява сумарната оценка на i -th алтернатива спрямо всички критерии, отчитайки гледната точка на e -тия експерт, и съответно за следващите два вида избор A_s^e и A_t^e , докато $a_{i,j}^e$ е обозначава резултата за оценка от e -тия експерт за i -th алтернатива към j -th критерий и оценките за оценка за останалите два вида избор са съответно $a_{s,p}^e$ и $a_{t,q}^e$. Релациите (2.19) – (2.21) гарантират само един избор от всеки тип софтуер и се основават на три типа двоични целочислени променливи за всеки тип софтуер. Претеглените коефициенти, представящи важността на критериите за различните групи на подбор, се изразяват с равенствата (2.22) – (2.24). Последният израз (2.25) показва, че сумата от претеглените коефициенти за важност на мненията на експертите трябва да бъде равна точно на 1.

2.4. Модел за групово оценяване и избор на кандидат за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация

Развиването на лидерски умения, които насърчават вземането на решения, базирано на данни, съвместното решаване на проблеми и адаптивното управление, е от решаващо значение (Seppanen et al., 2025). Лидерската роля на ГМД изисква изграждане на дигитални възможности, които допринасят за цифрово ускоряване, дигитален маркетинг и цифрова хармонизация, свързани с цифровите иновации, анализа на данни и ангажираността на клиентите (Tumbas et al., 2017). Трябва да се отбележи, че докато ГИМ имат по-силен фокус върху техническите аспекти и ИТ ефективността, ГМД са по-ориентирани към бизнес и стратегически аспекти (Ulrich & Lehmann, 2023).

2.4.1. Отговорности, задачи, технически и софтуерни умения за позицията главен мениджър по дигитална трансформация

Няколко ключови области като IoT, социални медии, мобилни приложения, изкуствен интелект, разширена и виртуална реалност, метавселена и корпоративна дигитална отговорност са в основата на дигиталната трансформация (Fynn-Hendrik et al., 2024). Комбинацията от силни лидерски способности и наличието на технически опит може да определи идеалния кандидат за ГМД. ГМД е известен също като дигитален директор или ръководител на дигиталната трансформация и трябва да се справи с различни задачи, обобщени в 4 основни посоки, както е показано на Фиг. 2.5.



Фиг.2.5. Отговорности на ГМД

Важното позициониране на ГМД, дължащо се на неговото влияние в организацията, мотивира необходимостта от избор на правилния кандидат, който може да надхвърли обхвата на техните предишни и настоящи успехи. По този начин оценката на потенциала в допълнение към текущото представяне е от решаващо значение за успешното набиране на дигитални стратегии и ГМД.

2.4.2. Модел за избор на лицето, движещо дигитална трансформация - модел за групово вземане на решение при избора на главен мениджър по дигитална трансформация

Основната формулировка на многокритериалния проблем за вземане на решения обикновено се изразява в следния матричен формат (Shih et al., 2007):

$$\begin{matrix} & C_1 & \dots\dots\dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11}^k & \dots & r_{1n}^{k1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1}^k & \dots & r_{mn}^k \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} w_1^k \\ \dots \\ w_n^k \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.26)$$

където алтернативите (кандидатите за ГМД) са означени с $A_1, \dots, A_m$, критериите за оценка са изразени с $C_1, \dots, C_n$ ефективността на алтернативата A_m по отношение на критерия C_n от k -ия експерт се представя чрез r_{mn}^k , а w_n^k представляват коефициенти за важността на n -ия критерий, даден от k -ия експерт.

За да се направи ефективна селекция на най-предпочитания кандидат според мненията на цялата група, оценките на всеки член на групата трябва да се разглеждат с различна важност. За целта се предлага следният оптимизационен модел:

$$CDO^* = \max \left\{ \left(\alpha^1 \begin{bmatrix} r_{11}^1 & \dots & r_{1n}^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1}^1 & \dots & r_{mn}^1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1^1 \\ \dots \\ w_n^1 \end{bmatrix} \right) + \dots + \left(\alpha^k \begin{bmatrix} r_{11}^k & \dots & r_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1}^k & \dots & r_{mn}^k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1^k \\ \dots \\ w_n^k \end{bmatrix} \right) \right\}^i \quad (2.27)$$

при ограничения

$$\sum_{k=1}^K \alpha^k = 1 \quad (2.28)$$

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1 \quad (2.29)$$

където чрез α^k е означено теглови коефициент, който изразява нивото на експертност/важност на k -ия експерт. Предвид съотношения (2.28) и (2.29), диапазонът на точките за оценка е между 0 и 1, за да се получат сравними стойности за трите параметъра.

В предложения модел (2.27) – (2.29) всички твърди и меки умения се разглеждат с еднаква важност. Ако е необходимо да се разграничат тези умения, трябва да се въведат допълнителни коефициенти за техническите знания и меки умения. За да се избере най-подходящият кандидат за позицията ГМД, се предлагат използването на два типа групи от критерии за оценка, отнасящи се до твърдите и меките умения. Тези две групи от критерии за оценка са показани в Таблица 2.3.

Таблица 2.3. Критерии за оценка на техническите и меките умения на кандидатите за ГМД

#	Твърди умения	#	Меки умения
t-1	Широко технологично съзнание	s-1	Комуникация
t-2	Разбиране на цифрови структури и продукти	s-2	Лидерство
t-3	Диплома по бизнес/ технологии/ инженерство	s-3	Отговорност и постоянство
t-4	Анализ на данни и способност за решаване на проблеми	s-4	Управление на времето
t-5	Лидерство на успешни проекти за дигитална трансформация.	s-5	Емоционална интелигентност
t-6	Опит в управлението и ръководенето на дигитален екип	s-6	Сътрудничество и работа в екип
		s-7	Стратегическо мислене

ГЛАВА 3. ЧИСЛЕНО ТЕСТВАНЕ НА ПРЕДЛОЖЕНИТЕ МОДЕЛИ, ПОДПОМАГАЩИ ВЗЕМАНЕТО НА РЕШЕНИЯ, СЪВРЗАНИ С ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ

В тази глава са описани резултатите от проведените числени експерименти с предложените математически модели описани в Галав 2.

3.1. Числено тестване на предложения интегриран подход за оценка на напредъка на дигиталната трансформация чрез използване на множество обективни и субективни показатели

За да оцени процеса на дигитализация, главният изпълнителен директор е определил оценки за представянето на ИТ директора, тъй като тестът е проведен в микрокомпания с наличието на ИТ директор.

3.1.1. Изходни данни за числено тестване

Предварително определените и предоставени оценки относно бизнес дейностите, свързани с дигиталната трансформация, заедно с теглата за важност на критериите, съгласно описаните в раздел 2.1, са показани в Таблица 3.1.

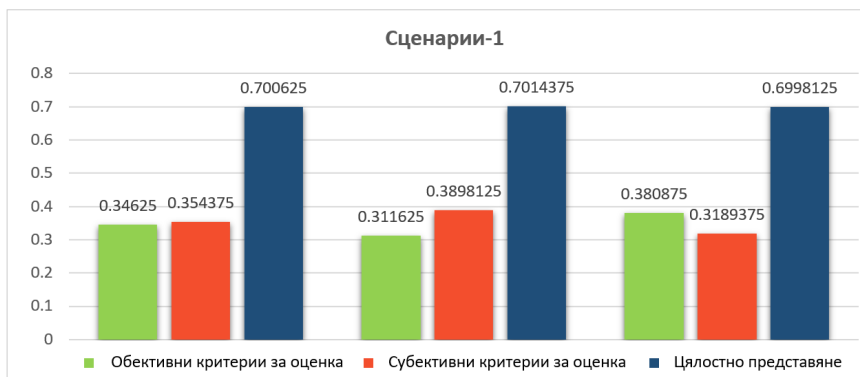
Таблица 3.1. Оценъчни точки и съответни тегла за обективни и субективни критерии.

Критерии	Тегла за важност		Оценъчни точки	Case-1	Case-2	Case-3
Обективни критерии за оценка	$w_i (S-1)$	$w_i (S-2)$	e_i	α	α	α
o-1 ИТ инфраструктура	0.25	0.12	0.65	0.50	0.45	0.55
o-2 Успешно внедрени пазарни иновации	0.25	0.15	0.45			
o-3 Възвръщаемост на инвестицията	0.25	0.26	0.54			
o-4 Нови Клиенти	0.25	0.23	0.58			
o-5 Производителност на служителите	0.25	0.24	0.55			
Субективни критерии за оценка	w_j	w_j	e_j	β	β	β
s-1 Силни лидерски умения	0.125	0.13	0.57	0.50	0.55	0.45
s-2 Силна бизнес комуникация	0.125	0.15	0.78			
s-3 Изграждане на доверие	0.125	0.12	0.44			
s-4 Разрешаване на проблем	0.125	0.14	0.80			
s-5 Управление на времето	0.125	0.11	0.56			
s-6 Вземане на решение	0.125	0.13	0.93			
s-7 Предприемачески начин на мислене	0.125	0.09	0.78			
s-8 Стратегическо мислене	0.125	0.13	0.81			

Представени са два сценария за важност на подкритериите (S-1 и S-2) и три случая, които изразяват различни предпочитания относно обективни и субективни критерии за оценка. Трябва да се отбележи, че всички оценки, дадени в Таблица 3.1, са субективни и отразяват конкретната гледна точка на участващия изпълнителен директор от конкретна компания. Ето защо тези данни са валидни само за тази компания. Използвайки тези входни данни от таблицата по-горе, се решават няколко оптимизационни задачи, базирани на предложения модел (2.1) – (2.4). Получените резултати са илюстрирани и обсъдени в следващия раздел.

3.1.2. Резултати от численото тестване

Резултатите от сценарий S-1, където всички обективни и субективни подкритерии се разглеждат с еднаква важност, се разглеждат допълнително различни 3 случая за важност между обективните и субективните показатели, както е показано на Фиг. 3.1.

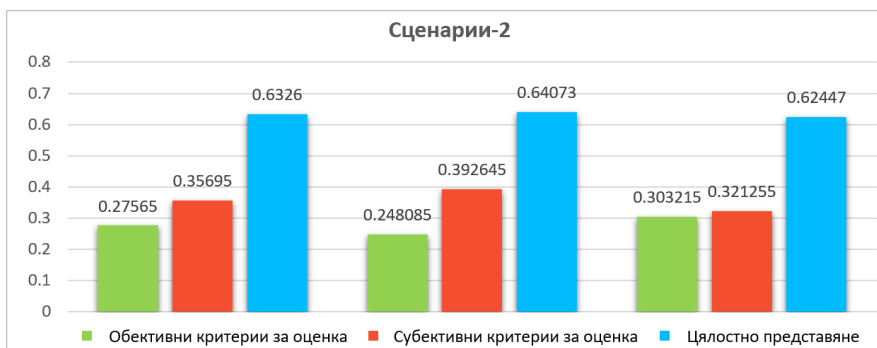


Фиг. 3.1. Сравнение на резултатите по сценарий S-1

От Фиг. 3.1 може да се установи, че ефективността на обективните критерии при случай-1 и случай-2 има по-ниски резултати в сравнение с ефективността на субективните критерии за същите случаи. Ситуацията, изразена от случай-3, където се дава по-голямо значение на обективните критерии чрез използване на коефициент $\alpha = 0.55$, резултатите показват по-високи резултати (0.380875) на обективни критерии.

Комбинирайки обективни и субективни критерии, може да се оцени цялостното представяне на напредъка на компанията по дигиталната трансформация. Тази оценка може да варира в зависимост от дадените предпочитания към значимостта на

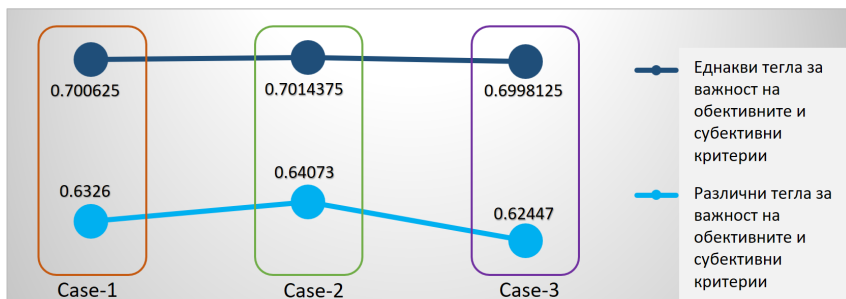
обективни и субективни критерии. Например, ако обективните и субективните критерии се разглеждат с еднаква важност $\alpha = \beta = 0.50$ (случай-1), общият резултат е 0.700625, ако се даде по-голямо важност на субективните критерии $\alpha = 0.45, \beta = 0.55$ (случай-2), резултатът е 0.7014375 и обратно в случай-3 $\alpha = 0.55, \beta = 0.45$ като общият резултат е 0.6998125. Резултатите от сценарий S-2, където подкритериите се разглеждат с различна важност и важността на обективните и субективните групи, разглеждани при 3 различни случая, са показани на Фиг. 3.2.



Фиг. 3.2. Сравнение на резултатите по сценарий S-2

Ефективността на обективните критерии при всичките 3 случая (0.27565; 0.248085; 0.303215) има по-ниска стойност в сравнение с ефективността на субективните критерии (0.35695; 0.392645; 0.321255). Общата производителност при случай-1 ($\alpha = \beta = 0.50$) е равна на 0.6326, за случай-2 ($\alpha = 0.45, \beta = 0.55$) резултатът е 0.64073, а за случай-3 ($\alpha = 0.55, \beta = 0.45$) като общият резултат е 0.62447. За описаните по-горе два различни сценария при три различни случая за важност на обективни и субективни критерии за цялостното представяне на напредъка на компанията е направено сравнение, което е показано на Фиг. 3.3.

Отчитайки обективните и субективните критерии с еднаква важност (Case-1) и при двата сценария (S-1 & S-2), получените резултати показват разлика от 0.068025 за цялостното представяне на компанията. За Case-2 тази разлика е в размер на 0.0607075 и за Case-3 – разликата е съответно 0.0753425.



Фиг. 3.3. Сравнение на общото представяне при 2 различни предпочитания относно теглата на субективните и обективните критерии за 3 случая

Получените резултати показват, че дигиталната трансформация може да бъде измерена използвайки информация за наличните ИТ, участващите мениджъри и новите бизнес процеси, както и приходите от подобрени продукти и услуги. Въз основа на основните отговорности на ГИМ, ГМИС, ГТМ и ГМД се идентифицира набор от различни обективни и субективни критерии, които влияят върху процеса на дигиталната трансформация. Резултатите доказват ефективността на предложения модел, както и пригодността на дефинираните две групи обективни и субективни критерии за оценка.

3.2. Числено тестване на предложения модел за оценка на дигиталната трансформация, базиран на групи от индикатори за оперативна и организационна готовност и бизнес стойност

За численото тестване на предложения модел (2.5) – (2.11), ГМД е предоставил информация за показателите за ефективност, отнасящи се за микрокомпания. За решаване на многокритериалния модел (2.5) – (2.11) се използва методът на претеглената сума, който изисква преобразуване на многокритериалната целева функция (2.5) в еднокритериална функция, както следва:

$$\max \left(w_i \left(\frac{OpR^{max} - OpR}{OpR^{max} - OpR^{min}} \right) + w_j \left(\frac{OrR^{max} - OrR}{OrR^{max} - OrR^{min}} \right) + w_k \left(\frac{BV^{max} - BV}{BV^{max} - BV^{min}} \right) \right) \quad (3.1)$$

Останалите ограничения остават същите.

3.2.1. Изходни данни за числено тестване

Нормализираните данни за измеримите показатели по групи заедно с претеглените коефициенти за тяхната важност са показани в Таблица 3.9.

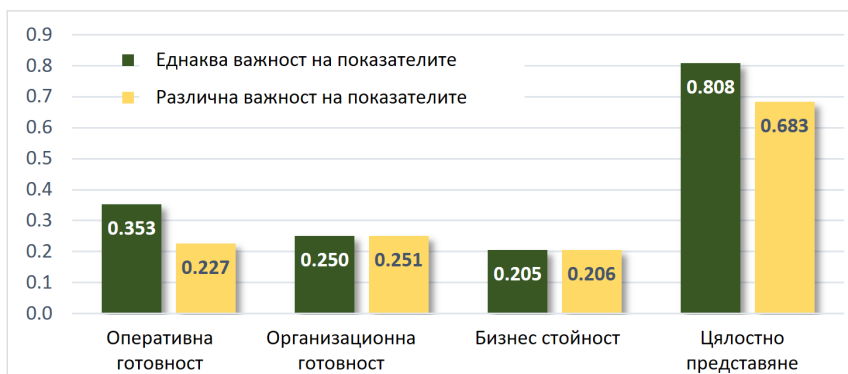
Таблица 3.9. Нормализирани метрики за индикаторите и тегла за тяхната важност.

Ключови индикатори	Нормализирани показатели	Тегла за важност на ключовите индикатори (Случай-1)			Тегла за важността на ключовите индикатори (Случай 2)		
	m_i, m_p, m_k	w_i	w_j	w_k	w_i	w_j	w_k
1.1. Брой на закупените лицензи към броя на потребителите, които действително използват софтуера	1.00	0.33			0.20		
1.2. Брой цифрови точки	0.00	0.33			0.40		
1.3. Брой използвани инструменти за анализ	0.067	0.34			0.40		
2.1. Брой ръководители, ангажирани с дигитални инициативи	0.001		0.25			0.50	
2.2. Брой разкрити кибератаки	0.00		0.25			0.10	
2.3. Брой успешни предотвратени кибератаки	0.00		0.25			0.15	
2.4. Време е за откриване и реагиране на кибер заплахи	1.00		0.25			0.25	
3.1. Брой успешно внедрени иновации	0.002			0.20			0.15
3.2. Брой приложения на иновативни решения	0.005			0.20			0.15
3.3. Брой нови продукти или услуги	0.007			0.20			0.10
3.4. Съотношението на средствата, получени поради трансформация и изразходвани за нея	0.010			0.20			0.40
3.5. Време до пазар на нова оферта	1.000			0.20			0.20

Нормализираните входни данни от Таблица 3.9 и предложения модел (2.5) – (2.11), респективно трансформираната целева функция (3.1) подчинени на ограниченията (2.6) – (2.11) се използват за формулиране на оптимизационна задача.

3.2.2. Анализ на резултатите и дискусия

Резултатите от тестваните две ситуации (Случай-1 и Случай-2) по отношение на приоритизирането на индикаторите според различни гледни точки за ключовите индикатори в рамките на 3 групи (съответно 3 етапа) са илюстрирани на Фиг. 3.5.



Фиг. 3.4. Сравнение на резултатите с използване на различни тегла за показатели за важност

От Фиг. 3.4 се вижда разликата в общото представяне при използване на различни претеглени коефициенти за индикаторите – стойността на 0.808 при еднаква важност на всички показатели и 0.683, когато някои индикатори са предпочитани пред други. Тези стойности не носят пълна информация за напредъка на дигиталната трансформация, затова е добре да се обърне внимание на отделните групи индикатори.

В случай 1 (при равни тегла за ключовите индикатори) оперативната готовност има по-добро представяне като получената стойност е равна на 0.353 в сравнение с организационната готовност, чиято стойност е 0.250, а бизнес стойността е 0.205, въпреки липсващите дейности за „Брой цифрови точки“ и „Брой на открити кибератаки“ и „Брой предотвратени успешни кибератаки“.

Когато някои показатели са предпочитани пред други, както в Случай-2, резултатите показват по-добро представяне за организационна готовност (0.251) в сравнение с оперативна готовност (0.227) и бизнес стойност (0.206). В тази ситуация не може да се очаква, че дигиталната трансформация ще успее, тъй като бизнес процесите и технологиите не са добре приведени в съответствие преди пускането им в действие.

Използвайки такива модели, е възможно да се предскаже провал или успех на дигиталната трансформация, тъй като тя се фокусира не само върху способността на организацията да внедрява нови технологии и софтуер, но също така и върху нейните хора, култура, процеси и т.н.

3.3. Тестване на предложените модели, подпомагащи работата на главния информацион мениджър в процеса на дигитална трансформация

В този раздел е описано численото тестване на предложените модели, подпомагащи работата на ГИМ в процеса на дигитална трансформация, съгласно т. 2.3 (Глава 2).

3.3.1. Изходни данни

Сред съществуващите платформи за видеоконференции са избрани 5 такива, чиито основни параметри използвани по време на оценката, са дадени в Таблица 3.2.

Таблица 3.2. Параметри на инструментите за видеоконферентна връзка

Параметри	Инструменти за видеоконферентна връзка					
	Zoom	Webex	Skype	Google Hangouts	UMeetin	Lifsize
Брой участници	100	100	50	25	25	25
HD video	да	--	да	--	--	--
HD audio	да	--	--	--	--	--
Споделяне на екрана	да	да	да	да	--	да
Групов чат	да	--	да	да	--	да
Записи на видео срещи	да	да	да	да	--	--
Ограничение във времето за среща	40 мин	40 мин	неограничен	неограничен	30 мин	24 часа

Системите за управление на обучението (LMS) са приложими в областта на образованието и бизнес обучението поради многобройните си предимства (Chtouka et al., 2019). Основните параметри на някои безплатни и популярни LMS са показани в Таблица 3.3.

Таблица 3.3. Параметри на системите за управление на обучението (LMS)

Параметри	Системи за управление на обучението			
	Moodle	Chamilo	ILIAS	Forma LMS
SCORM 1.2	да	да	да	да
SCORM 2004	да	--	да	да
xAPI	да	--	--	--
Мобилен приложение	да	да	--	--
Self-Hosted Cloud-based	да	да	--	--
Self-Hosted System	да	да	--	да
SaaS/Cloud	--	да	да	да
WordPress	--	да	--	да
Google Calendar	--	да	--	да

Основните параметри на предварително определен набор от софтуерни продукти за управление на проекти (PM) са дадени в Таблица 3.4.

Таблица 3.4. Параметри на инструментите за управление на проекти

Параметри	Инструменти за управление на проекти			
	Jira	Bitrix24	Infolio	GitHub
Ограничение за броя на участниците	Up to 10	Up to 12	Unlimited	Unlimited
Ограничение за съхранение	2 GB	5 GB	1 GB	0.5 GB
Персонализиран работен процес	yes	yes	yes	--
Проследяване на хронологията	yes	yes	--	--
Календар	yes	yes	yes	--
Чат	yes	yes	yes	yes
Управление на портфолио	--	yes	--	yes
Диаграма на Гант	--	yes	--	--
Контрол на версиите	--	--	--	yes

Всички представени алтернативи на PM могат да бъдат внедрени и реализирани като софтуер като услуга (SaaS), включително интерфейс за мобилно приложение.

3.3.2. Резултати от числено тестване

Софтуерните инструменти се оценяват от сформирана група, която включва ГИМ (Е-1), IT (Е-2) и експерт от екип за цифрови услуги (Е-3). За да вземе групово решение, всеки експерт е определил съответните коефициенти, изразяващи относителната важност между критериите (параметрите) за оценка на инструментите за видеоконферентна връзка, дадени в първите 3 реда на Таблица 3.5, а останалите редове съдържат точки за оценките за всяка алтернатива спрямо критериите.

Таблица 3.5. Теглови коефициенти за критериите и оценки на алтернативите, касаещи инструментите за видеоконферентна връзка, определени от група от 3 експерти

Експерти и алтернативи	Брой участници	HD video	HD audio	Споделян е на екрана	Групов чат	Записи на видео срещи	Ограничение във времето за среща
	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7
Е-1	0.2	0.08	0.07	0.13	0.05	0.15	0.32
Е-2	0.1	0.13	0.18	0.15	0.07	0.15	0.22
Е-3	0.13	0.1	0.2	0.19	0.1	0.08	0.2
А-1	0.78	0.91	0.93	0.98	0.79	0.69	0.19
А-2	0.65	0.12	0.15	0.92	0.21	0.70	0.08
А-3	0.50	0.89	0.12	0.95	0.81	0.66	0.97
А-4	0.25	0.11	0.19	0.90	0.73	0.62	0.94
А-5	0.25	0.09	0.07	0.02	0.31	0.11	0.06
А-6	0.25	0.05	0.10	0.89	0.84	0.13	0.81

За първия моделиращ подход (2.12) – (2.14) нормализирането е в диапазона между 0 и 1. Поддържаият максимален брой участници е избран да бъде равен на 1 и същото важи за времетраенето на видеоконференцията, изразено с „неограничено“. Другите стойности се нормализират пропорционално. Тегловите коефициенти за важност на критериите заедно с точките за оценка на алтернативите спрямо критериите за LMS са показани в Таблица 3.6.

Таблица 3.6. Теглови коефициенти за критериите и оценки на алтернативите отнасящи се за LMS, определени от група от 3 експерти

Експерти & Алтернативи	Поддържани спецификации								
	SCORM 1.2	SCORM 2004	xAPI	Мобилно приложение	Самост. хоствано базирано на облак	Самост. хоствана система	SaaS / Cloud	Word press	Google Calendar
	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9
E-1	0.08	0.15	0.16	0.12	0.09	0.13	0.07	0.10	0.10
E-2	0.07	0.13	0.17	0.11	0.08	0.20	0.10	0.08	0.06
E-3	0.07	0.10	0.05	0.10	0.13	0.15	0.10	0.10	0.20
A-1	0.88	0.94	0.94	0.86	0.95	0.92	0.15	0.72	0.13
A-2	0.84	0.17	0.27	0.90	0.88	0.90	0.92	0.89	0.92
A-3	0.91	0.79	0.25	0.42	0.25	0.21	0.88	0.15	0.09
A-4	0.92	0.88	0.23	0.18	0.31	0.88	0.91	0.75	0.69

Определените от експертите претеглени коефициенти за относителната важност между критериите заедно с оценъчните точки на алтернативите относно критериите за РМ са показани в Таблица 3.7.

Таблица 3.7. Теглови коефициенти за критериите и оценки на алтернативата отнасящи се за РМ инструменти, определени от група от 3 експерти

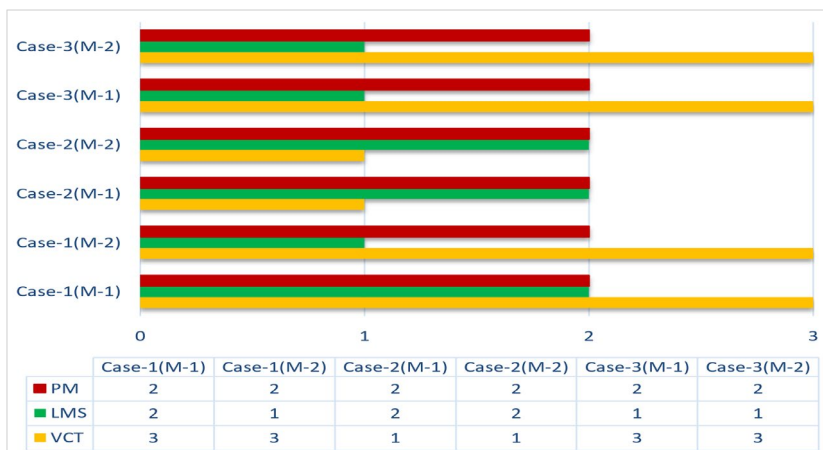
Експерти & Алтернативи	Сътрудници лимит	Ограничение за съхранение	Персонализиран работен процес	Проследяване на хронологията	Календар	Чат	Управление на портфолио	Диаграма на Гант	Контрол на версиите
	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9
E-1	0.09	0.1	0.05	0.18	0.19	0.05	0.1	0.11	0.13
E-2	0.18	0.09	0.07	0.07	0.07	0.1	0.02	0.13	0.27
E-3	0.12	0.1	0.17	0.14	0.17	0.06	0.02	0.11	0.11
A-1	0.1	0.4	0.83	0.93	0.79	0.76	0.2	0.14	0.25
A-2	0.12	0.9	0.92	0.88	0.84	0.86	0.93	0.98	0.12
A-3	0.95	0.2	0.87	0.23	0.91	0.72	0.17	0.11	0.19
A-4	0.98	0.1	0.12	0.21	0.11	0.92	0.88	0.09	0.99

Получените резултати за избраната комбинация от VCT, LMS и PM чрез използване на двата подхода заедно с коефициентите за значимост на мненията на експертите при три сценария са показани в Таблица 3.8.

Таблица 3.8. Групово решение за избраната комбинация от VCT, LMS и PM при три сценария за важността на мненията на експертите

	E-1	E-2	E-3	Model M-1			Model M-2		
				VCT	LMS	PM	VCT	LMS	PM
Case-1	0.33	0.33	0.34	A-3	A-2	A-2	A-3	A-1	A-2
Case-2	0.20	0.35	0.45	A-1	A-2	A-2	A-1	A-2	A-2
Case-3	0.50	0.40	0.10	A-3	A-1	A-2	A-3	A-1	A-2

Случай-1 представлява сценария, при който мненията на експертите са с еднаква важност; Случай-2 илюстрира сценарий с най-важното мнение на експерта E-3, последвано от E-2 и E-1, докато Случай-3 набляга на мнението на експерта E-1, последвано от E-2 и след това E-3. Емпиричното сравнение на резултатите при използване на модел M-1 и M-2 при едни и същи коефициенти за важност на критериите е w_j^e , заедно с оценката на параметрите за VCT, LMS и PM от Таблица 3.6, Таблица 3.7 и Таблица 3.8 са графично представени на Фиг. 3.5.



Фиг. 3.5. Сравнение на резултатите от два модела за групово вземане на решения

Първият подход за моделиране (2.12) – (2.14), базиран на параметрите на софтуерните инструменти, използвани като променливи и изразени с 0 или 1, ако

функционалните характеристики са налице или не, е подходящ за бързо групово вземане на решения.

Вторият подход за моделиране (2.15) – (2.25) изисква повече внимание за оценка по отношение на използването на скала, за да се получи резултат, изразяващ представянето на алтернативите спрямо дадени критерии. Предимството на този моделиращ подход е фактът, че оптималният избор на интересната комбинация от софтуерен елемент се получава като едно изпълнение на задачата за оптимизация.

Въпреки разликата между описаните подходи, и двата могат да бъдат успешно приложени за групово вземане на решения. В зависимост от избраната стратегия, която е в основата на всеки от моделите, е възможно да се използва един от тях на различни етапи, за да се определи разумното групово решение.

3.4. Числено тестване на предложения модел за групово вземане на решения при оценка и избор на кандидати за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация

Предложеният математически модел (2.27) – (2.29) за групово вземане на решение при избора на CDO, описан в Глав 2 т. 2.4 е тестван числено като сформирания група за вземане на решение включва следните експерти: главен изпълнителен директор, който формулира бизнес цели и взема стратегически решения (Е-1), експерт човешки ресурси (Е-2) и главен технологичен директор (Е-3). За разлика от меките умения, твърдите умения могат да бъдат измерени и следователно в това числено тестване те се считат за вече оценени и налични и нормализирани. Диплома по бизнес, технологии, инженерство или управление на проекти може да бъде доказана чрез съответните сертификати и др.

3.4.1. Изходни данни за численото тестване

За позицията ГМД са подали документи 5 кандидати, които трябва да бъдат класирани по сформирания обобщена оценка съгласно група от 3 експерти. Трябва да се отбележи, че конкретния пример се отнася до избор на ГМД за малка фирма, чиято дейност е свързана с търговия. Предварително определените оценки на твърдите умения заедно със съответните тегла за тяхната важност според гледните точки на експертите са представени в Таблица 3.10.

Таблица 3.10. Оценки и тегла за твърдите умения на кандидатите, определени от група от 3 експерти

Технически и умения	Кандидати					Тегла за твърдите умения		
	1	2	3	4	5	Е-1	Е-2	Е-3
t-1	0.8	0.85	0.78	0.79	0.84	0.100	0.080	0.090
t-2	0.77	0.85	0.8	0.85	0.75	0.100	0.085	0.095
t-3	0.87	0.78	0.75	0.68	0.7	0.085	0.050	0.070
t-4	0.8	0.82	0.86	0.76	0.84	0.070	0.090	0.080
t-5	0.78	0.75	0.85	0.69	0.85	0.075	0.070	0.080
t-6	0.76	0.73	0.8	0.84	0.67	0.060	0.100	0.080

Оценките на меките умения от проведеното интервю заедно с коефициентите за тяхната значимост според всеки експерт са показани в Таблица 3.11.

Таблица 3.11. Оценки и тегла за меките умения на кандидатите, определени от група от 3 експерти

Меки умения	Кандидати					Тегла за меките умения
	1	2	3	4	5	
Е-1: оценки						
s-1	0.68	0.75	0.67	0.7	0.7	0.085
s-2	0.69	0.78	0.82	0.8	0.8	0.08
s-3	0.75	0.65	0.7	0.8	0.75	0.06
s-4	0.7	0.72	0.73	0.75	0.75	0.07
s-5	0.8	0.67	0.76	0.8	0.78	0.075
s-6	0.8	0.75	0.8	0.82	0.76	0.075
s-7	0.68	0.73	0.82	0.85	0.72	0.065
Е-2: оценки						
s-1	0.72	0.65	0.7	0.85	0.68	0.08
s-2	0.78	0.75	0.73	0.78	0.75	0.07
s-3	0.66	0.8	0.7	0.7	0.65	0.075
s-4	0.85	0.73	0.72	0.65	0.85	0.08
s-5	0.82	0.78	0.67	0.75	0.82	0.065
s-6	0.75	0.72	0.75	0.8	0.75	0.075
s-7	0.78	0.73	0.75	0.67	0.75	0.08
Е-3: оценки						
s-1	0.72	0.74	0.82	0.72	0.78	0.07
s-2	0.68	0.72	0.75	0.67	0.82	0.09
s-3	0.72	0.75	0.7	0.75	0.85	0.065
s-4	0.7	0.72	0.8	0.76	0.72	0.07
s-5	0.8	0.67	0.75	0.85	0.77	0.06
s-6	0.75	0.75	0.75	0.82	0.75	0.07
s-7	0.75	0.68	0.65	0.78	0.82	0.08

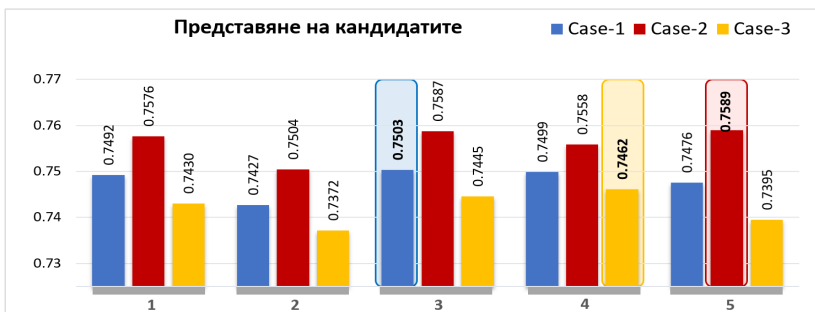
Тъй като предложеният модел се основава на групово вземане на решения, симулирани са 3 различни сценария. Тези сценарии представляват 3 конкретни случая на различни комбинации относно важността на мнения на експертите, както е показано в Таблица 3.12.

Таблица 3.12. Различни случаи за комбиниране на експертните мнения

Случаи	Тежест за важността на мненията на експертите		
	Е-1	Е-2	Е-3
Случай -1	0.333	0.333	0.333
Случай -2	0.20	0.35	0.45
Случай -3	0.45	0.30	0.25

3.4.2. Анализ на резултатите и дискусия

Резултатите за симулираните 3 случая относно важността на мненията на експертите относно комбинацията от технически и меки умения са показани на Фиг. 3.6.

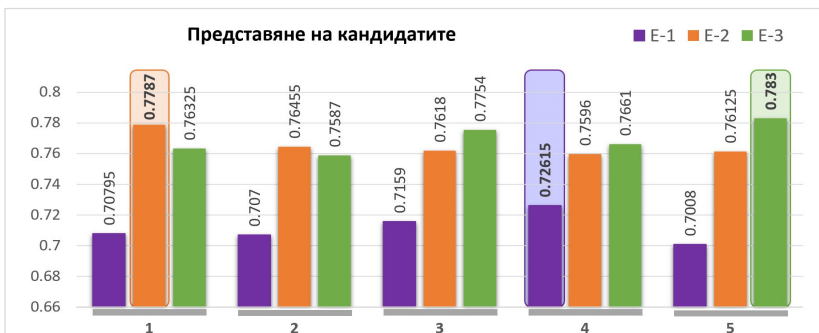


Фиг. 3.6. Сравнение на симулираните 3 различни случая на групово вземане на решение

Използвайки Случай-1, където мненията на всички експерти се вземат с еднаква важност, най-подходящият за позицията на ГМД е кандидат #3. При симулиране на ситуацията от Случай-2 (Таблица 3.12), с преобладаващо значение на Е-3, резултатите показват друг подходящ кандидат под # 5, като се имат предвид обобщените предпочитания на всички експерти. При ситуацията, определена чрез Случай -3 от Таблица 3.12, резултатите показват, че най-подходящият кандидат за позицията на ГМД е #4 с обща стойност от 0.7462.

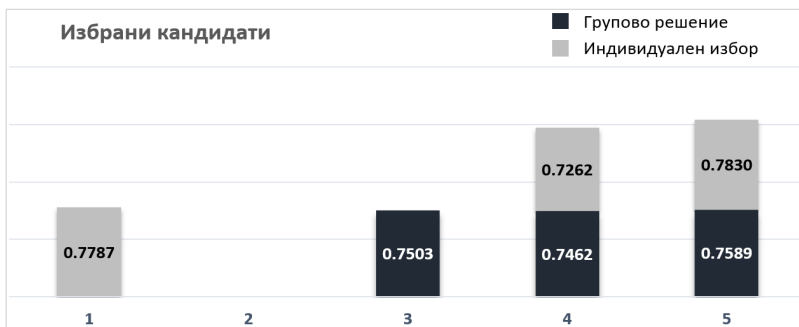
Интересно е как всеки експерт е оценил кандидатите и кой е най-добрият избор според предпочитанията им. Отговорът на този въпрос относно най-добрия кандидат

според индивидуалните предпочитания на експертите в групата е илюстриран на Фиг. 3.7.



Фиг. 3.7. Сравнение между индивидуалния избор за позицията ГМД

Сравнението между избраните кандидати в сценариите за групово вземане на решения и избраните кандидати според индивидуалните предпочитания на експертите в групата е показано на Фиг. 3.8.



Фиг. 3.8. Сравнение между груповите решения и индивидуалните избори за позицията ГМД според различните експерти

От Фиг. 3.8 се вижда, че има 2 кандидата (#4 и #5), които са предпочитан избор както на отделни експерти, така и в резултат на формирано групово решение. Въпреки че кандидат #1 не е сред избраните в груповото решение (виж Фиг. 3.8), той е предпочитан избор съгласно гледната точка на експерт E-2 за позицията ГМД. Следователно чрез подходящо агрегиране на различните гледни точки на множество експерти е възможно да се определи най-подходящият кандидат за позицията на

ГМД. Този избор може да се разглежда като достатъчно обективен, тъй като е в състояние да интегрира различните виждания на експертите по отношение на идеалния кандидат за позицията ГМД.

Предложеният модел за групово вземане на решения може лесно да бъде модифициран чрез добавяне или намаляване на някои от критериите за оценка. Освен това е възможно да се използват различен брой експерти за вземане на групово решение. Чрез промяна на някои от техническите и/или меки умения е възможно да се изберат подходящи кандидати за други или подобни позиции. По този начин е възможно да се подобри напредъкът в цифровизацията, което от своя страна допринася за по-добра икономическа устойчивост.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ – РЕЗЮМЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Дигиталната трансформация с нейните процеси и етапи е преди всичко управленска задача, свързана с използването на цифрови технологии за създаване на нови или модифициране на съществуващи бизнес процеси, култура и клиентски опит, за да се отговори на променящите се бизнес и пазарни изисквания. Този процес на трансформиране на бизнеса в дигиталната ера изразява същността на дигиталната трансформация. Произтичащите от нея иновации и модификации на бизнес моделите променяха фундаментално очакванията и поведението на потребителите, оказвайки огромен натиск върху фирмите. От една страна това се дължи с непрекъснатия напредък на информационните технологии и използваната инфраструктура. От друга страна пандемията от Covid-19 се оказа допълнителен стимулатор за трансформиране на някои традиционни бизнеси в изцяло електронни.

Всичко това определи и основната цел на настоящия дисертационен труд, свързана с изследване и моделиране на бизнес процеси, подпомагащи вземането на решения в областта на дигиталната трансформация. За установяване на текущото състояние на дигиталната трансформация са определени множество обективни и субективни индикатори. Въз основа на определените индикатори е формулиран математически модел за оценка на текущото състояние на дигиталната трансформация. Разграничени са 3 основни етапа на дигиталната трансформация (1) оперативна готовност, (2) организационна готовност и (3) бизнес стойност, за които са идентифицирани съответни групи от индикатори, използвани за формулирането на математически модел за оценка на напредъка на дигиталната трансформация. В отговор на нарастващите отговорности главния информационен мениджър са предложени математически модели, които целят намирането на съответни решения.

Първият от тях представлява разновидност на класическия SAW модел, като вместо оценки за критериите, се използват нормализираните стойности на параметрите. Този модел е подходящ за вземане на решение при липса на достатъчно време и необходимост от своевременно вземане на решение. Вторият модел едновременно определя най-доброто групово решение, представляващо комбинация от различни софтуерни продукти. При този модел е необходимо повече време и наличие на група от експерти, оторизирани да направят избора. Друг важен аспект на дигиталната трансформация е намирането на точния лидер за конкретната организация. За тази конкретна задача е предложен модел за групово вземане на решение за оценяване на кандидатите и избор на лице за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация. Тук формираното групово решение отчита както знанията и опита на кандидатите, така и техните лидерски способности.

Практическа приложимост на всички формулирани модели за подпомагане вземането на взичането на решения е доказана чрез тестване върху реални проблеми.

Като бъдещо развитие на изследванията в дисертационния труд се планира проучването на възможностите на други модели, с цел модифицирането им за групово вземане на решения, както и създаване на нови модели и алгоритми за подпомагане вземането на решения, вземащи предвид различни съществени параметри и ситуации при груповото вземане на решения.

ПРИНОСИ

Получените резултати, описани в настоящия дисертационен труд, могат да се обобщят в следните научни и научно-приложни приноси:

1. Предложен е модел за оценка на напредъка на дигиталната трансформация, отчитайки както обективни и субективни индикатори. Този модел лесно може да може да бъде модифициран, ако е необходимо де се отчетат само на обективните или само субективните критерии за оценка.
2. Определени са 3 групи от индикатори, чрез които е възможно да се определи напредъка етапите на дигиталната трансформация, а именно индикатори за оперативна готовност, индикатори за организационна готовност и индикатори за реализирана бизнес стойност. Тези групи от индикатори са използвани за формулиране на съответен модел.

3. Формулирани са 2 модела, подпомагащи работата на главния информационен мениджър. Първият от тях се базира на метода на пратегланата сума като вместо оценки за критериите, се използват нормализираните стойности на параметрите. При вторият модел едновременно се определя най-доброто групово решение, представляващо комбинация от няколко софтуерни продукта за отдалечена съвместна работа
4. Предложен е модел за групово вземане на решение, който разглежда съвкупността от технически и меки умения на кандадатите при избор на лице за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация. Формулираният модел може да бъде приложен и в организации и компании с различен предмет на дейност.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Borissova, D., **Naidenov, N.**, Yoshinov, R.: Digital transformation assessment model based on indicators for operational and organizational readiness and business value. In: Guarda, T., Portela, F., Diaz-Nafria, J.M. (eds) Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability. ARTIIS 2023. Communications in Computer and Information Science, vol. 1935, pp. 457–467 (2024), Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48858-0_36 (**SJR=0.2 Q4**)
2. Borissova, D., Dimitrova, Z., **Naidenov, N.**, Yoshinov, R. (2022). Integrated approach to assessing the progress of digital transformation by using multiple objective and subjective indicators. In: Guizzardi, R., Ralyté, J., Franch, X. (eds) Research Challenges in Information Science. RCIS 2022. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 446, pp 626–634, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05760-1_37. (**SJR=0.347 Q3**)
3. Borissova, D., Dimitrova, Z., Dimitrov, V., Yoshinov, R., **Naidenov, N.** (2022). Digital transformation and the role of the CIO in decision making: A Comparison of two modelling approaches. In: Saeed, K., Dvorský, J. (eds) Computer Information Systems and Industrial Management. CISIM 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13293, pp. 93-106, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10539-5_7. (**SJR=0.32 Q2**)

Приета за печат: Borissova, D., **Naidenov, N.**, Dimitrova, Z., Garvanova, M., Garvanov, I., Yoshinov, R.: How to select Chief Digital Officer to drive digital transformation: A multiple attributes group decision-making model.

СПИСЪК НА ЗАБЕЛЯЗАНИ ЦИТИРАНИЯ НА ПУБЛИКАЦИИТЕ

- **Borissova, D., Naidenov, N., Yoshinov, R.: Digital transformation assessment model based on indicators for operational and organizational readiness and business value. In: Guarda, T., Portela, F., Diaz-Nafria, J.M. (eds). ARTIIS 2023. Communications in Computer and Information Science, vol. 1935, 2024, pp. 457–467.**
 - 1) Guliashki, V., Marinova G.: Impact of cyberattacks on human's health, In: 2024 IEEE International Workshop on Technologies for Defense and Security (TechDefense), Naples, Italy, 2024, pp. 31-35, <https://doi.org/10.1109/TechDefense63521.2024.10863627>.
 - 2) Fynn-Hendrik, P., Henning, B., Nele, K., Mikhail, K., Paula, L., Michael, O., Pascal, W.: Competences for Digital Transformation in Organizations: A Literature Review and Expert Survey. ECIS 2024 Proceedings. 15. (2024). https://aisel.aisnet.org/ecis2024/track12_digtrans/track12_digtrans/15
 - 3) Psarommatis, F., Konstantinidis, F., Azamfirei, V., May, G.: Identification of the benefits from the use of Digital Product Passport in a value chain and single organizations. IFAC-PapersOnLine, Vol. 58(19), 2024, pp. 301-306, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.199>.
 - 4) Gospodinov, M.: The role of the concept of trust in trust services in cyberspace to enhance cyber security. Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, Vol. 81, 2024, pp. 23-28, <https://doi.org/10.7546/PECR.81.24.03>.
- **Borissova, D., Dimitrova, Z., Naidenov, N., Yoshinov, R.: Integrated approach to assessing the progress of digital transformation by using multiple objective and subjective indicators. In: Guizzardi, R., Ralyté, J., Franch, X. (eds) Research Challenges in Information Science. RCIS 2022. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 446, 2022, pp. 626–634, Springer, Cham.**
 - 5) Stoyanova, K., Guliashki, V.: Group drop of sustainability: Trade-off solutions between low returns and portfolio stability. Computers and Informatics, vol. 4(1), 2024, pp. 13-19, <https://dergipark.org.tr/en/pub/ci/issue/82700/1271141>.
- **Borissova, D., Dimitrova, Z., Dimitrov, V., Yoshinov, R., Naidenov, N.: Digital transformation and the role of the CIO in decision making: A comparison of two modelling approaches. In: Saeed, K., Dvorský, J. (eds) Computer Information Systems and Industrial Management. CISIM 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13293, pp. 93-106, 2022, Springer, Cham.**
 - 6) Nikitashin, M., Kaluža, M., Werber, B.: Analysis of methodologies and tools for software development in different architectures. In: 2024 47th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO), Opatija, Croatia, 2024, pp. 1999-2007, <https://doi.org/10.1109/MIPRO60963.2024.10569545>.
 - 7) Tomov, P., Mateeva, G., Parvanov, D.: Entropy test degradation after random numbers scaling. Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, Vol. 80, 2023, pp. 3-12, <https://doi.org/10.7546/PECR.80.23.01>.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Seppanen, S., Ukko, J., Saunila, M.: Understanding determinants of digital transformation and digitizing management functions in incumbent SMEs. Digital Business, vol. 5(1), 100106 (2025), <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2025.100106>.
2. Fynn-Hendrik, P., Henning, B., Nele, K., Mikhail, K., Paula, L., Michael, O., Pascal, W.: Competences for Digital Transformation in Organizations: A Literature Review and Expert Survey. ECIS 2024 Proceedings. 15. (2024). https://aisel.aisnet.org/ecis2024/track12_digtrans/track12_digtrans/15.
3. Baizyldayeva, U., Vlasov, O., Kuandkyov, A.A., Akhmetov, T.B.: Multi-criteria decision support systems. Comparative analysis. Middle East Journal of Scientific Research, vol. 16, pp. 1725-1730 (2013), <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2013.16.12.12103>.
4. Bharadwaj, A., El Sawy, O.A., Pavlou, P.A., Venkatraman, N.V.: Digital business strategy: Toward a next generation of insights. MIS Quarterly, vol. 37(2) pp. 471-482 (2013), <https://ssrn.com/abstract=2742300>.
5. Bodea, C., D'Aveni, R., Ashford, S. Human Resources in the Era of AI: A Perspective on the Future of Talent Management. International Journal of HR Technology, vol. 8(2), pp. 129-145 (2020).
6. Borissova, D., Dimitrova, Z., Dimitrov, V., Yoshinov, R., Naidenov, N.: Digital transformation and the role of the CIO in decision making: A comparison of two modelling approaches. In: Saeed, K., Dvorský, J. (eds) Computer Information Systems and Industrial Management. CISIM 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13293, pp. 93-106 (2022), https://doi.org/10.1007/978-3-031-10539-5_7.
7. Borissova, D., Dimitrova, Z., Naidenov, N., Yoshinov, R.: Integrated approach to assessing the progress of digital transformation by using multiple objective and subjective indicators. In: Guizzardi, R., Ralyté, J., Franch, X. (eds) Research Challenges in Information Science. RCIS 2022. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 446, pp. 626-634 (2022), https://doi.org/10.1007/978-3-031-05760-1_37.
8. Borissova, D., Korsemov, D., Keremedchieva, N. Generalized Approach to Support Business Group Decision-Making by Using of Different Strategies. In: Saeed, K., Dvorský, J. (eds) Computer Information Systems and Industrial Management. CISIM 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol. 12133, pp. 122-133 (2020), https://doi.org/10.1007/978-3-030-47679-3_11.
9. Borissova, D., Naidenov, N., Yoshinov, R.: Digital transformation assessment model based on indicators for operational and organizational readiness and business value. In: Guarda, T., Portela, F., Diaz-Nafria, J.M. (eds) Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability. ARTIIS 2023. Communications in Computer and Information Science, vol. 1935, pp. 457-467 (2024), https://doi.org/10.1007/978-3-031-48858-0_36.
10. Brennen, S., Kreiss, D.: Digitalization and Digitization. Culture Digitally, (2016) <http://culturedigitally.org>.
11. Cascio, W. F., Montealegre, R.: How technology is changing work and organizations. Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior, vol. 3(1), pp. 349-375 (2016), <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-041015-062352>.

12. Ceballos, B., Lamata, M.T., Pelta, D.A.: A comparative analysis of multi-criteria decision-making methods. *Progress in Artificial Intelligence*, vol. 5, pp. 315-322 (2016), <https://doi.org/10.1007/s13748-016-0093-1>.
13. Chtouka, E., Guezguez, W., Amor, N.B.: Reinforcement learning for new adaptive gamified LMS. In: Jallouli, R., Bach Tobji, M.A., Bélisle, D., Mellouli, S., Abdallah, F., Osman, I. (eds.) *ICDEc 2019. LNBIP*, vol. 358, pp. 305-314 (2019), https://doi.org/10.1007/978-3-030-30874-2_24.
14. Cirillo, V., Fanti, L., Mina, A., Ricci, A.: The adoption of digital technologies: investment, skills, work organization. *Struct. Chang. Econ. Dyn.* (2023). <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.04.011>
15. Dhillon, G., Smith, K., Dissanayaka, I.: Information systems security research agenda: Exploring the gap between research and practice. *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 30(4), 101693 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2021.101693>.
16. Ghosh, S., Hughes, M., Hodgkinson, I., Hughes, P.: Digital transformation of industrial businesses: a dynamic capability approach. *Technovation*, 102414 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102414>.
17. Gogan, J.L., Conboy, K., Weiss, J.W.: Dangerous champions of IT innovation. In: *53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 6144–6153 (2020).
18. Hardwick, J., Anderson, A.R.: Supplier-customer engagement for collaborative innovation using video conferencing: a study of SMEs. *Industrial Marketing Management*, vol. 80, pp. 43-57 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.02.013>.
19. Henfridsson, O., Mathiassen, L., Svahn, F.: Managing technological change in the digital age: The role of architectural frames. *Journal of Information Technology*, vol. 29(1), pp. 27-43 (2014), <https://doi.org/10.1057/jit.2013.30>.
20. Julsrud, T.E., Hjorthol, R., Denstadli, J.M.: Business meetings: do new videoconferencing technologies change communication patterns? *Journal of Transport Geography*, vol. 24, pp. 396-403 (2012).
21. Kane, G.C., Palmer, D., Phillips, A.N., Kiron, D.: Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, pp. 14-21 (2015), <http://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/>.
22. Korsemov, D., Borissova, D.: Modifications of simple additive weighting and weighted product models for group decision making. *Advanced Modeling and Optimization*, vol. 20(1), pp. 101-112 (2018).
23. Kunisch, S., Menz, M., Langan, R.: Chief digital officers: An exploratory analysis of their emergence, nature, and determinants. *Long Range Planning*, vol. 55(2), 101999 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2020.101999>.
24. Ostmeier, E., Strobel, M.: Building skills in the context of digital transformation: How industry digital maturity drives proactive skill development. *Journal of Business Research*, vol. 139, pp. 718-730 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.09.020>.
25. Parry, E., Tyson, S.: Technology in human resource management: Trends, issues, and challenges. *HRM Journal*, 28(3), pp. 233-249 (2018).

26. Sabaei, D., Erkoyuncu, J., Roy, R.: A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery. *Procedia CIRP*, vol. 37, pp. 30-35 (2015), <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.08.086>.
27. Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., M. ten Hompel, and Wahlster, W.: *Industry 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies*. Hacatech STUDY. Munich: Herbert Utz (2017).
28. Schwab, K.: *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business, (2016).
29. Shih, H-S., Shyur, H.-J., Lee, E.S.: An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 45(7-8), pp. 801-813 (2007), <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2006.03.023>.
30. Stone, D.L., Deadrick, D.L., Lukaszewski, K.M., Johnson, K.R.: The influence of technology on the future of human resource management. *Human Resource Management Review*, vol. 25(2), pp. 216-231 (2015).
31. Taherdoost, H.; Madanchian, M. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. *Encyclopedia*, 3, pp. 77–87 (2023), <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006>.
32. Triantaphyllou, E., Shu, B., Nieto Sanchez, S., Ray, T.: Multi-criteria decision making: An operations research approach. *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, (J.G. Webster, Ed.), John Wiley & Sons, New York, NY, 15, pp. 175-186 (1998), https://www.researchgate.net/publication/284107964_Multi-criteria_decision_making_An_operations_research_approach.
33. Triantaphyllou, E.: Multi-criteria decision making Mmethods. In: *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. *Applied Optimization*, vol. 44, pp. 5-21 (2000). https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6_2.
34. Tumbas, S., Berente, N., vom Brocke, J.: Three types of chief digital officers and the reasons organizations adopt the role. *MIS Quarterly Executive*, vol. 16(2), pp. 121-134, (2017), <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol16/iss2/5>.
35. Ulrich, P., Lehmann, P.: Information is a key: Systematic literature review and empirical results on role configurations of chief information officers and chief digital officers. *Corporate & Business Strategy Review*, vol. 4(1), pp. 87-98 (2023), <https://doi.org/10.22495/cbsrv4i1art8>.
36. Upadhyay, A.K., Khandelwal, K.: Applying artificial intelligence: implications for recruitment. *Strategic HR Review*, vol. 17(5), pp. 255-258 (2018), <https://doi.org/10.1108/SHR-07-2018-0051>.
37. Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A.: *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press, 304 pages (2014).
38. Wu, Q., Dbouk, W., Hasan, I., Kobeissi, N., Zheng, L.: Does gender affect innovation? Evidence from female chief technology officers. *Research Policy*, vol. 50(9), 104327, (2021) <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104327>.
39. Qiao, Y., Li, X., Hu, J.: From digital to innovative: How does digital transformation affect corporate innovation? *Economics Letters*, vol. 247, 112210 (2025), <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2025.112210>.