



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**

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

2025

Съдържание

Увод.....	5
Глава 1. Анализ на бизнес процесите и задачите на дигиталната трансформация и някои математически модели за подпомагане вземането на решения.....	9
1.1. Анализ на задачите и процесите на дигиталната трансформация.....	9
1.1.1. Цел и задачи на дигиталната трансформация	13
1.1.2. Ключови области, свързани с дигиталната трансформация.....	17
1.1.3. Процеси, включени в дигиталната трансформация	21
1.1.4. Човешките ресурси в контекста на дигиталната трансформация	24
1.1.5. Системите за управление на взаимоотношенията с клиенти като инструмент на дигиталната трансформация	27
1.2. Анализ на техниките за подпомагане вземането на решения, приложими към процесите на дигиталната трансформация	30
1.2.1. Общо представяне на проблемите на многокритериалния анализ	33
1.2.2. Категории проблеми за многокритериалното вземане на решения.....	35
1.2.3. Някои често използвани методи за многокритериален анализ.....	43
1.3. Изводи	45
1.4. Цел и задачи.....	46
Глава 2. Модели подпомагащи вземането на решения при различни процеси, свързани с дигиталната трансформация.....	47
2.1. Интегриран подход за оценка на напредъка на дигиталната трансформация чрез използване на множество обективни и субективни индикатори	47
2.1.1. Роля и йерархия на главния информационен мениджър, главния мениджър по информационна сигурност, главния технологичен мениджър и главния мениджър по дигитализация.....	49
2.1.2. Индикатори за оценка на дигиталната трансформация	52

2.1.3. Математически модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация, отчитайки обективни и субективни индикатори	53
2.2. Модел за оценка на дигиталната трансформация, базиран на групи от индикатори за оперативна и организационна готовност и бизнес стойност	54
2.2.1. Ключови показатели за оценка на етапите на дигиталната трансформация – оперативна готовност, организационна готовност и бизнес стойност.....	57
2.2.2. Математически модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация, отчитайки обективни и субективни индикатори	59
2.3. Модели, подпомагащи работата на главния информацион мениджър в процеса на дигитална трансформация	63
2.3.1. Модел за групово вземане на решения чрез бърза оценка и избор на софтуерни инструменти за съвместна дистанционна работа.....	64
2.3.2. Модел за групово вземане на решения с използване на комбинаторна оптимизация за едновременна оценка и избор на няколко софтуерни инструмента за отдалечено сътрудничество.....	65
2.4. Модел за групово оценяване и избор на кандидат за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация.....	67
2.4.1. Отговорности, задачи, технически и софтуерни умения за позицията главен мениджър по дигитална трансформация.....	69
2.4.2. Модел за групово вземане на решение относно избора на главен мениджър по дигитална трансформация	74
Глава 3. Числено тестване на предложените модели, подпомагащи вземането на решения, свързани с дигиталната трансформация	77
3.1. Числено тестване на предложения интегриран подход за оценка на напредъка на дигиталната трансформация чрез използване на множество обективни и субективни показатели	77
3.1.1. Изходни данни за числено тестване	78
3.1.2. Резултати от численото тестване	79

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	82
3.2.1. Изходни данни за числено тестване	82
3.2.2. Анализ на резултатите и дискусия	84
3.3. Тестване на предложените модели, подпомагащи работата на главния информацион мениджър в процеса на дигитална трансформация	86
3.3.1. Изходни данни	86
3.3.2. Резултати от числено тестване	90
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	97
3.4.1. Изходни данни за численото тестване.....	98
3.4.2. Анализ на резултатите и дискусия	100
Заключение – резюме на получените резултати.....	106
Приноси.....	108
Списък на публикациите по дисертационния труд	109
Списък на забелязани цитирания на публикациите.....	110
Декларация за оригиналност на резултатите	111
Библиография	112

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.

Днес потребителите имат достъп до множество цифрови канали — от социални медии и мобилни приложения до онлайн платформи и електронни магазини. Тази многопластова среда позволява на клиентите активно да взаимодействат с компаниите, да споделят опит и информация помежду си, да формират обществено мнение. Възможността за мигновена комуникация и достъп до информация променя динамиката на клиентското пътуване, предоставяйки на потребителите повече контрол и избор. В резултат на това компаниите са изправени пред необходимостта да адаптират своите стратегии и операции, за да отговорят на новите очаквания и потребности на клиентите.

Тази нова динамика изисква от организациите не само да преразгледат как предоставят своите продукти и услуги, но и как управляват взаимоотношенията с клиентите. Технологиите играят ключова роля в този процес, като позволяват на фирмите да събират и анализират данни за клиентското поведение, да предлагат персонализирани решения и да оптимизират клиентското изживяване. Например, с помощта на анализи в реално време, компаниите могат да предвиждат потребителските нужди и да реагират бързо на промените в поведението на клиентите.

Дигиталната трансформация не само променя клиентския опит, но и влияе на вътрешните процеси в организациите. Процеси, които преди са изисквали много време и ресурси, сега могат да бъдат автоматизирани и оптимизирани чрез цифрови инструменти. Това не само повишава ефективността, но и позволява на служителите да

се фокусират върху по-стратегически задачи. Важно е да се отбележи, че успешната дигитална трансформация изисква и културни промени в организациите, които да насърчават иновациите и гъвкавостта.

Дигиталната трансформация, като многоизмерен процес, обхваща редица компоненти включително технологични, организационни и културни. 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. Традиционните йерархии могат да бъдат недостатъчни в динамичната среда на дигитализацията, поради което много компании започват да прилагат по-гъвкави и адаптивни организационни модели. 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. Възможността за интеграция на различни системи и платформи е от съществено значение, за да се осигури гладко функциониране на бизнес операциите и удовлетвореност на клиентите.

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, приноси, списък на публикациите, списък на забелязаните цитирания, декларация за оригиналност 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 целата 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 информацион 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 информацион мениджър в процеса на дигитална трансформация. В края са

представени и резултати от числано 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 свързани с дигиталната трансформация. Представени са някои насоки за бъдещи изследвания, свързани с 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, свързани с различни етапи и проблеми, които възникват при 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. Анализирани са основните бизнес процеси, както и етапите за успешна дигитална 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

Цифровата трансформация значително 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 по-изразени за експлоатационните иновации (Qiao et al., 2025). Междудисциплинарният обмен на знания допринася за по-доброто разбиране на стратегическите императиви на цифровата 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). Разбирането на разликите между тези термини е от съществено значение за ефективното използване на цифровите технологии. Разграничаването на тези термини позволява по-ясна представа за тяхното значение в съвременния бизнес свят и помага на организациите да създадат ефективни стратегии за внедряване на цифровите технологии (Westerman et al., 2014; Verhoef et al., 2021).

- **Цифровизация** – включва преобразуване на аналоговата информация в цифров вид (Scuotto et al., 2017).
- **Дигитализация** – фокусира се върху използването на цифрови технологии за подобряване на процесите и операциите (Parviainen et al., 2017).
- **Дигитална трансформация** – отнася се до цялостната промяна на бизнес стратегиите и операциите чрез цифрови технологии (Vial, 2019).

Процесът на цифровизация е свързан с преобразуване на информация от физически формат в цифров, който се разглежда като първа и основна стъпка в посока на по-всеобхватна цифрова трансформация. Процесът обикновено включва сканиране на хартиени документи за създаване на цифрови копия или конвертиране на аналогови данни, като снимки и аудио записи, в цифрови файлове (Brennen & Kreiss, 2016). Целта на цифровизация е да направи данните по-достъпни и по-лесни за управление, като същевременно подобри ефективността на съхранението и споделянето на информация (Scuotto et al., 2016).

Предимствата на дигитализацията включват възможността за по-бърз достъп до документи и информация, което значително улеснява работата на служителите и намалява риска от загуба на важни данни. Чрез създаване на цифрови архиви, организациите могат да запазят оригиналните документи, като същевременно осигурят лесен и бърз достъп до техните цифрови версии, които могат да бъдат споделени и разпространени лесно, без необходимостта от физическо преместване (Yoo et al., 2010). Освен това, съхранението на данни в цифров вид намалява необходимостта от физически архиви, освобождавайки пространство и намалявайки разходите за поддръжка (Tilson et al., 2010).

Важно е да се отбележи, че процесът на цифровизация сам по себе си не променя същността на бизнес процесите или начина, по който се използва информацията – тя просто променя нейния формат от аналогов в цифров (Bharadwaj et

al., 2013). Това е фундаментален етап, който подготвя почвата за по-нататъшни иновации и трансформации, свързани с дигитализация и дигитална трансформация, които изискват интеграция на нови технологии в съществуващите бизнес модели (Vial, 2019).

Процесът на дигитализация се асоциира с използването на цифрови технологии за промяна на бизнес модела и предоставяне на нови източници на приходи и възможности за създаване на стойност (Bharadwaj et al., 2013). За разлика от цифровизацията, която се фокусира основно върху преобразуването на данни в цифров формат, фазата дигитализация включва интегрирането на цифрови технологии във всички бизнес процеси, като променя фундаментално начина, по който организациите доставят стойност на своите клиенти (Parviainen et al., 2017).

Процесите от фазата на дигитализация не се ограничават само до автоматизиране на съществуващите процеси, а включва преосмисляне и препроектиране на тези процеси, за да бъдат първоначално замислени като цифрови (Yoo et al., 2010). Това означава интеграция на различни технологии като облачни изчисления, интернет на нещата (IoT) и изкуствен интелект (AI), които оптимизират бизнес операциите и подобряват взаимодействието и ангажираността на клиентите чрез различни цифрови канали (Scuotto et al., 2016).

Една от ключовите ползи на дигитализация е подобрената способност за събиране и анализ на данни, което позволява на организациите да вземат по-информирани решения и да отговарят по-бързо на променящите се нужди на клиентите (Vial, 2019). Внедряването на аналитични инструменти и технологии за обработка на данни може да предложи нови прозрения за клиентските предпочитания и поведение, което допълнително улеснява персонализирането на продуктите и услугите (Tilson et al., 2010).

Трансформацията, свързана с дигитализация, изисква културна промяна в организацията, при която служителите и мениджърите трябва да бъдат готови да експериментират, да предизвикват статуквото и да приемат провала като част от процеса на учене и иновация (Westerman et al., 2014). Въпреки, че този подход може да срещне съпротива и редица предизвикателства, потенциалните ползи включват

повишена ефективност, по-добро удовлетворение на клиентите и значително конкурентно предимство в цифровия пазар (Rogers, 2016).

Цифровата трансформация надхвърля простото прилагане на цифрови инструменти; тя представлява дълбока промяна в начина, по който една организация работи и доставя стойност на своите клиенти. Този процес включва поредица от значими и координирани промени в културата на организацията, нейните работни процеси и използваните технологии, което води до нови бизнес модели и потоци от приходи. Не става дума само за въвеждане на нови технологии, а за цялостно преосмисляне на самия бизнес и подхода му към пазарите и клиентите (Westerman et al., 2014). Това включва:

- **Преосмисляне на продукти и услуги** в контекста на цифровите възможности, които могат да подобрят стойността и персонализират изживяването за клиента.
- **Препроектиране на взаимодействията с клиентите**, така че да се осигури безпроблемно и последователно цифрово изживяване, което повишава тяхната удовлетвореност и лоялност (Kane et al., 2015).
- **Трансформиране на вътрешни процеси** за повишаване на ефективността, гъвкавостта и адаптивността, което дава на компаниите конкурентно предимство на фона на бързо променящите се пазарни условия (Schwab, 2016).

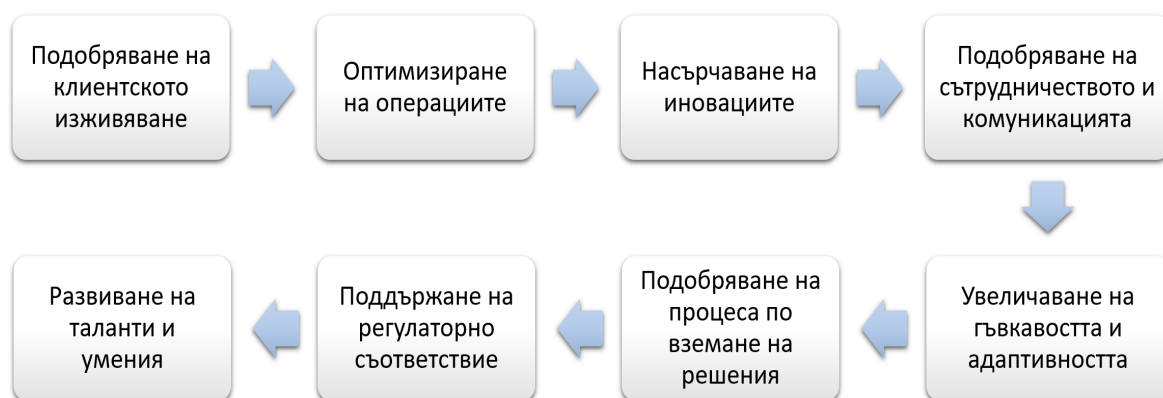
Приемането на цифрова трансформация изисква стратегически подход, при който технологиите се използват като катализатор за иновации, растеж и адаптация. Това е процес, който включва внимателно планиране и интеграция на технологичните решения с дългосрочна визия за устойчиво развитие и конкурентоспособност. Ефективната цифрова трансформация зависи не само от системи и ИТ инфраструктура, но и от стратегията на компанията и нейните хора, които са от решаващо значение за промяната в културата и процесите на работа (Bharadwaj et al., 2013).

Цифровата трансформация има широко приложение не само за конкретни компании и индустрии, но и за всички аспекти на човешкото общество, като води до критични организационни и бизнес адаптации. Това принуждава компаниите да

преразгледат своите оперативни модели и бизнес стратегии, за да могат да оцелеят и да просперират в съвременната цифрова икономика (Kaplan et al., 2004).

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). Включването на автоматизация, анализ на данни и интеграция на платформи за управление на клиентите са важни стъпки за оптимизация и иновации, които осигуряват устойчивост и конкурентно предимство (Bharadwaj et al., 2013). Дигиталната трансформация на организациите е ключова за тяхното дългосрочно оцеляване и успех в съвременния динамичен бизнес свят. 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. В този контекст, 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

Подобряване на клиентското изживяване: Цифровите канали и технологии предлагат множество възможности за персонализиране на клиентските преживявания и увеличаване на удобството за потребителите. Мобилните приложения, чатботовете и онлайн платформите не само ускоряват процесите на взаимодействие, но и позволяват на клиентите да получават услуги, които отговарят на техните индивидуални нужди. Тези технологии предоставят на организациите уникалната възможност да събират и анализират данни за поведението на клиентите в реално време, което води до още по-персонализирани предложения и подобрена удовлетвореност. Възможността за лесен достъп до информация и бързи отговори на въпроси също така укрепва връзката между клиента и компанията, създавайки дълготрайно доверие и лоялност (Kane et al., 2015). Използването на мобилни платформи и чатботове значително подобрява обслужването, като предлага директен и мигновен достъп до услуги и информация.

Оптимизиране на операциите: Дигитализацията на вътрешните процеси позволява на организациите да автоматизират повтарящи се задачи и да оптимизират използването на ресурси. Внедряването на облачни технологии и използването на софтуерни решения за управление на процесите не само намалява оперативните разходи, но и повишава точността и скоростта на изпълнение на задачите. Чрез използване на аналитични платформи и интегрирани системи за управление на данни, компаниите могат да идентифицират възможности за по-ефективно разпределение на ресурсите и да постигат значителни икономии от мащаб. Това не само подобрява финансовата стабилност на бизнеса, но и предоставя възможност за бързо реагиране на промените на пазара и адаптиране към нови изисквания (Bharadwaj et al., 2013). Възможността за мащабиране на операциите чрез облачни услуги позволява на бизнеса да расте и да се адаптира към нови условия без сериозни инвестиции в инфраструктура.

Насърчаване на иновациите: Цифровата трансформация стимулира култура на иновации, като същевременно мотивира служителите да се ангажират с новаторски идеи и решения. Чрез внедряването на нови технологии и подходи, организациите могат да създават нови продукти, услуги и бизнес модели, които ги поставят в конкурентно предимство на пазара. Иновациите могат да идват от различни области – от нови методи за производство до нови модели на обслужване на клиентите.

Организациите, които възприемат иновациите като неразделна част от своята корпоративна култура, могат да реагират по-бързо на промените в технологиите и потребностите на клиентите, като същевременно демонстрират висока степен на адаптивност и устойчивост (Schwab, 2016). Това помага на компаниите да останат релевантни и конкурентоспособни в бързо променящата се икономическа среда (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014).

Подобряване на сътрудничеството и комуникацията: Цифровите инструменти, като платформи за сътрудничество и видеоконференции, улесняват взаимодействието между служителите и позволяват по-ефективно обменяне на идеи и информация. Чрез интегрирането на такива технологии организациите могат да подобрят вътрешната комуникация и да оптимизират работните процеси, като същевременно запазват гъвкавостта и адаптивността на екипите. Инструментите за сътрудничество също така създават по-силна корпоративна култура, като насърчават прозрачност, отвореност и доверие между служителите, независимо от тяхното физическо местоположение. Това води до по-висока ефективност и ангажираност, което е основополагащо за успешната реализация на стратегиите на организацията (Kane et al., 2015).

Увеличаване на гъвкавостта и адаптивността: Инвестициите в облачни технологии и мащабируеми ИТ инфраструктури позволяват на организациите да реагират на пазарни промени и нови възможности с голяма бързина и ефективност. Преходът към гъвкави решения осигурява на компаниите способността да адаптират своите процеси и инфраструктура в съответствие с нуждите на бизнеса и условията на пазара. Тези технологии също така позволяват бързо разширяване на ресурсите и капацитета, когато е необходимо, което е от съществено значение за организация, която се стреми към устойчив растеж в конкурентни и бързо променящи се среди (Schwab, 2016). Гъвкавостта в работния процес и технологиите е ключова за оцеляването и дългосрочния успех на организацията, особено в условията на икономическа нестабилност и глобални предизвикателства.

Подобряване на процеса по вземане на решения: Събирането и анализирането на данни чрез специализирани инструменти и платформи позволява на ръководителите на организации да вземат по-информирани и стратегически решения.

Системите за управление на данни и аналитични платформи предоставят ценни прозорци в реално време за състоянието на операциите, тенденциите в поведението на клиентите и бъдещите пазарни възможности. Това позволява на мениджърите да предприемат действия, базирани на доказателства и точни прогнози, а не на интуиция, което минимизира рисковете и увеличава ефективността на стратегическите решения (Davenport, 2014). Възможността за анализ в реално време и прогнозиране на бъдещи тенденции чрез алгоритми и машинно обучение осигурява на организациите конкурентни предимства и по-добро управление на рисковете (Bharadwaj et al., 2013).

Поддържане на регулаторно съответствие: Съответствието с нормативните изисквания и разпоредби е от съществено значение за поддържане на доверие и избягване на санкции. Цифровите технологии, като криптиране на данни и системи за управление на документи, играят важна роля в гарантирането на защитата на чувствителната информация и съответствието със стандарти като GDPR и индустриални регулации. Технологиите, които автоматизират процесите на съответствие и проверка, намаляват човешките грешки и осигуряват по-ефективно управление на рисковете в организацията (Schwab, 2016). Това не само защитава бизнеса от юридически и финансови последствия, но и укрепва доверието на клиентите и партньорите в ангажимента на организацията към етични практики.

Развиване на таланти и умения: Цифровата трансформация налага нови изисквания за умения и компетенции, като организациите трябва да насърчават своите служители да се адаптират към новите технологии и да развиват своите дигитални умения. Това може да включва обучения, програми за наставничество и създаване на възможности за опит с нови технологии и методологии. Развиването на таланти и способности в технологиите не само увеличава ефективността и иновациите в организацията, но и укрепва корпоративната ѝ култура и конкурентоспособност. Подготовката на служителите за цифровото бъдеще е от решаващо значение за успеха на всяка организация в днешната ера.

Фокусирайки се върху тези основни задачи, организацията би могла да реализира успешна дигитална трансформация, която ще доведе до значително подобряване на операциите, повишаване на конкурентоспособността и създаване на по-добро изживяване за нейните клиенти, служители и заинтересовани страни.

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). Тя изисква замяна на традиционните, базирани на хартия или аналогови процеси с цифрови решения, които използват компютри, софтуер, облачни технологии и други електронни устройства за управление, обработка и съхранение на информация. Тази трансформация създава условия за по-бърза и ефективна работа, улеснява достъпа до информация и подпомага вземането на информирани решения (Kane et al., 2015).

Дигиталната трансформация дава възможност на организациите не само да автоматизират рутинните задачи, но и да използват данни за създаване на персонализирани и конкурентни предложения за клиентите (Westerman et al., 2014). Поради това, дигиталната трансформация засяга широк кръг от индустрии, включително здравеопазване, образование, финанси, производство, търговия на дребно и правителство (Schwab, 2016). В здравеопазването, например, тя води до подобряване на медицинските услуги чрез електронни здравни досиета и телемедицина, докато във финансовата сфера позволява по-лесно и сигурно управление на транзакциите чрез цифрови платформи. В образованието, внедряването на електронни платформи за обучение осигурява по-голям достъп до знания и ресурси.

Бизнес процесите, свързани с дигиталната трансформация, включват методите, чрез които организациите адаптират своите операции, системи и култура, за да възприемат и се възползват от цифровите технологии (Davenport, 2014). 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 обхваща широк спектър от бизнес процеси, но най-често се отнася до ключови области, които са показани на Фиг. 1.2:



Фиг. 1.2. Ключови области касаещи дигиталната трансформация

Всеки от основните процеси, като продажби, маркетинг, управление на веригата за доставки, човешки ресурси и финансова дейност, се променя значително с навлизането на цифровите технологии.

Продажби и маркетинг: Дигиталните маркетингови стратегии днес предлагат безпрецедентна възможност за прецизно таргетиране и ангажиране на клиентите. Чрез маркетинг в социалните медии, имейл маркетинг и SEO компаниите могат да достигат до точно определена аудитория с персонализирани послания. Тези подходи увеличават възможностите за взаимодействие с клиентите и засилват потребителското преживяване. Цифровите продажбени канали като електронната търговия допълнително улесняват клиентите, като предлагат бърз и лесен достъп до продуктите и услугите. Например автоматизираните системи за продажби предлагат персонализирани препоръки, които стимулират ангажираността и водят до повишаване на продажбите (Wind & Mahajan, 2002; Kotler & Keller, 2021).

Производство и верига за доставки: Дигитализацията на производствените процеси и веригите за доставки не само намалява оперативните разходи, но и повишава ефективността и точността на тези процеси. Използването на IoT устройства за наблюдение на производствения процес в реално време позволява ранното засичане на потенциални проблеми и оптимизиране на ресурсите, което води до по-малко загуби и по-голяма гъвкавост. Освен това, интелигентните системи за управление на запасите поддържат адекватни нива на инвентара, като се основават на данни за търсенето и наличността в реално време. В допълнение, блокчейн технологията подобрява проследяемостта и сигурността във веригата на доставки, като позволява на всички участници достъп до информацията за движението на продуктите. Това намалява риска от измами и подобрява доверието на клиентите (Christopher, 2016; Ivanov et al., 2015).

Финанси и счетоводство: Дигитализацията във финансите води до повишена точност и скорост при извършването на счетоводни операции. Технологии като облачното счетоводство и автоматизираното фактуриране не само ускоряват обработката на финансовите данни, но и намаляват риска от човешки грешки, като позволяват на финансовите екипи да фокусират усилията си върху стратегически анализи и прогнозиране. Анализът на данни също играе ключова роля, като осигурява ценни прозрения за текущото финансово състояние и за предстоящи тенденции. С това организациите могат да вземат по-информирани и бързи финансови решения (Granlund & Malmi, 2002; Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Човешки ресурси: Цифровизацията на HR процесите е от решаващо значение за управлението на човешките ресурси и подобряването на ангажираността и удовлетвореността на служителите. Системите за управление на човешките ресурси (HRMS) автоматизират редица рутинни дейности, като обработката на заплати, присъствия и отпуските. В допълнение, онлайн обученията и платформите за сътрудничество подкрепят професионалното развитие на служителите и насърчават работата в екип. По този начин организациите могат да изградят култура на обучение и непрекъснато развитие, която подобрява ангажираността на служителите и производителността (Stone et al., 2015; Strohmeier, 2009).

Управление на проекти: Софтуерите за управление на проекти са важен инструмент за по-ефективно планиране, разпределение на ресурси и проследяване на напредъка. Те предоставят възможности за споделяне на файлове, планиране на задачи и проследяване на времето, като улесняват комуникацията и координацията между различните екипи. Тези платформи също така предлагат интеграция с други инструменти за анализ на ефективността, което позволява на мениджърите да следят напредъка и ресурсното разпределение в реално време, като така се гарантира ефективното изпълнение на проектите (Kerzner, 2022; Larson & Gray, 2017).

Обслужване на клиенти: Дигиталните решения за обслужване на клиенти, като чатботове и системи за самообслужване, осигуряват бързи и персонализирани отговори на клиентските запитвания. Те значително намаляват натоварването на агентите за обслужване и подобряват цялостното клиентско преживяване, което допринася за повишена **удовлетвореност** и лоялност. Освен това, чрез използване на социални медии за обслужване на клиенти, компаниите могат да реагират бързо и публично на запитвания и оплаквания, което засилва доверието и удовлетвореността на клиентите (Huang & Rust, 2018; Parasuraman et al., 2005).

ИТ управление: Управлението на ИТ инфраструктурата е ключово за успешната цифрова трансформация. За да могат да поддържат новите технологии и процеси, организациите трябва да изградят здрава ИТ инфраструктура, която е сигурна и мащабируема. Това включва **управление** на мрежи, съхранение на данни, сигурност и техническа поддръжка. Сигурността на данните е основен приоритет, тъй като защитата на поверителна информация е от ключово значение за доверието на клиентите (Carr, 2003; McAfee & Brynjolfsson, 2008).

Управление на знанието: Платформите за управление на знания, като уикита и бази данни, помагат на организациите да събират, организират и споделят информация в структурирана форма. Тези платформи подобряват достъпа до информация и подпомагат бързото разрешаване на проблеми и вземането на решения, тъй като позволяват на служителите бързо да откриват необходимите ресурси. С това организациите могат да подобрят цялостната ефективност и координация (Nonaka & Takeuchi, 1995; Davenport & Prusak, 1998).

Управление на риска: Дигиталните инструменти за управление на риска, включително софтуер за бизнес разузнаване и анализ на данни, предоставят ценни прозрения за идентифициране и управление на потенциалните рискове. Тези технологии **позволяват** на организациите да наблюдават и анализират широк спектър от фактори, свързани с оперативни, финансови и стратегически рискове. Благодарение на това компаниите могат да защитят своите активи, репутация и да гарантират съответствие с регулаторните изисквания (Power, 2007; Hubbard, 2009).

Чрез възприемането на тези цифрови бизнес процеси организациите могат да рационализират своите операции, да подобрят обслужването на клиентите и да получат конкурентно предимство в днешната дигитална икономика.

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:



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

Стратегическо планиране: Първата стъпка в процеса на дигиталната трансформация е създаването на стратегия, която очертава визията, целите и приоритетите на организацията в контекста на цифровите технологии. Тази стратегия трябва да е съобразена както с нуждите на клиентите, така и с възможностите за растеж на бизнеса. Целта на стратегическото планиране е да предостави рамка, която ясно

показва как дигитализацията може да подпомогне и ускори постигането на бизнес целите. Например, внедряването на подходи, като клиентски ориентиран дизайн и използването на нови канали за взаимодействие, може да доведе до по-добра връзка с клиентите и до по-голяма конкурентоспособност (Westerman et al., 2014; Rogers, 2016).

Оценка на текущото състояние: След като стратегията е създадена, следващата стъпка е обстойната оценка на текущото състояние на организацията. Това включва анализ на съществуващите бизнес процеси, ИТ инфраструктурата, както и на нивото на цифрови умения и капацитет сред служителите. Тази оценка е критична, тъй като позволява на мениджърите да определят кои области се нуждаят от подобрения и къде цифровата трансформация би имала най-голямо въздействие. Резултатите от тази оценка помагат за идентифициране на пропуските, като недостиг на съвременни технологични инструменти или липса на дигитални умения, което може да се адресира с допълнителни инвестиции и обучения (McKinsey, 2017; BCG, 2018).

Идентифициране на възможности за цифрова иновация: След като бъде оценено текущото състояние, организацията може да започне да идентифицира конкретни възможности за цифрова иновация. Това включва определяне на технологии и процеси, които могат да подпомогнат постигането на целите, заложиени в стратегическото планиране. Например, организации в сектора на производството могат да инвестират в автоматизация и IoT устройства, които позволяват по-добро управление и мониторинг на производствените процеси. Компаниите в услугите могат да внедрят изкуствен интелект за подобряване на клиентската поддръжка чрез чатботове. Тези иновации не само увеличават ефективността, но и осигуряват нови канали за генериране на приходи (Christensen, 1997; Porter & Heppelmann, 2014).

Инвестиране в технологии: Една от основните части на дигиталната трансформация е инвестирането в нови технологии, които могат да направят процесите по-ефективни и клиентското преживяване по-качествено. Такива технологии включват облачни услуги, които предлагат гъвкавост и мащабируемост, инструменти за анализ на данни, които помагат при вземането на информирани решения и IoT устройства за свързаност и мониторинг в реално време. Например, облачните решения позволяват на компаниите да съхраняват и обработват огромни обеми данни, като същевременно

намаляват разходите за физическа инфраструктура и поддръжка (Armbrust et al., 2010; Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Разработване на план за управление на промените: Процесът на дигитална трансформация често включва значителни промени в начина, по който служителите изпълняват своите задачи. Ето защо е от съществено значение организациите да разработят план за управление на промените, който да помогне на служителите да разберат ползите от трансформацията и да се адаптират към новите начини на работа. Планът за управление на промените включва не само комуникационни стратегии, които представят визията и предимствата на трансформацията, но и обучения и подкрепа за служителите, за да могат те успешно да възприемат и използват новите технологии (Kotter, 1996; Hiatt, 2006).

Внедряване на нови процеси и системи: След като технологията е избрана и е разработен план за управление на промените, следващата стъпка е внедряването на новите процеси и системи. Това включва миграция на данни, интеграция на новите технологии със съществуващите системи и обучение на служителите как да работят с новите инструменти. Организацията трябва да създаде ясна времева рамка и да назначи отговорни лица за всеки етап от внедряването, като същевременно гарантира, че всички заинтересовани страни са информирани и участват активно в процеса (Davenport, 2013; Hammer & Champy, 2009).

Наблюдаване и оценяване напредъка: След внедряването на новите процеси и системи е необходимо постоянно наблюдение и оценяване на постигнатите резултати. Чрез редовно измерване на ключови показатели за успех, организациите могат да определят дали трансформацията води до желаните резултати и да правят необходимите корекции при нужда. Така компаниите могат да се адаптират към промените в бизнес средата и да се уверят, че постигат целите си. Регулярното оценяване помага и за създаването на култура на постоянно подобрене и иновации (Kaplan & Norton, 1996; McAfee & Brynjolfsson, 2012).

Непрекъснато усъвършенстване: Дигиталната трансформация не е еднократна инициатива, а продължителен процес на адаптация и иновации. За да останат конкурентоспособни и да продължат да задоволяват нуждите на клиентите, организациите трябва да поддържат ангажираност към своите цифрови стратегии и

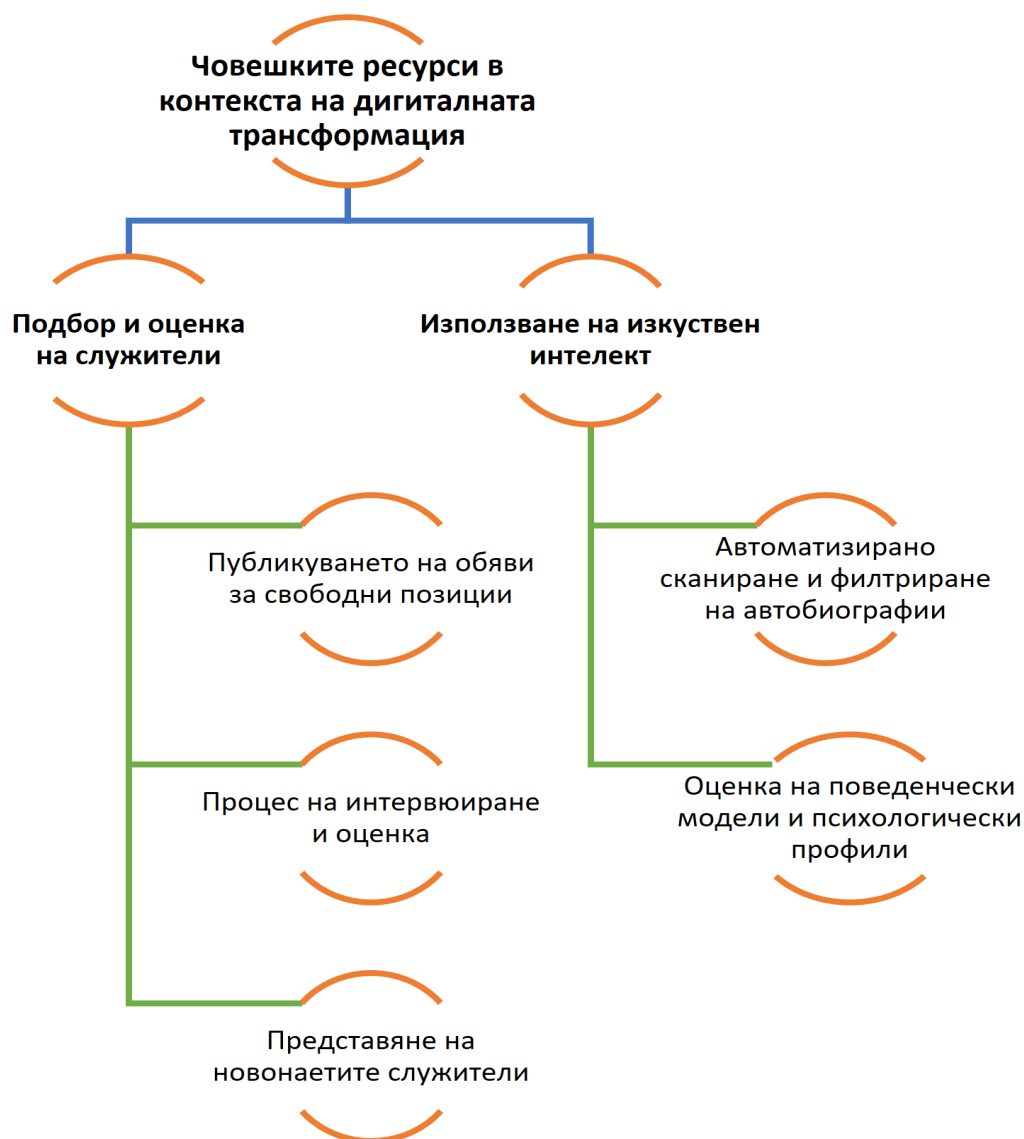
непрекъснато да изследват нови технологии и тенденции. Компаниите, които постоянно се адаптират, могат по-лесно да отговорят на динамичните изисквания на пазара и на новите възможности за растеж.

Като се следват тези основни стъпки и процеси, организациите могат ефективно да управляват своята цифрова трансформация и да се възползват от новите технологии, за да подобрят производителността си, удовлетвореността на клиентите и конкурентното си предимство. Цифровата трансформация не само оптимизира вътрешните процеси, но и създава възможности за нови бизнес модели и подобро взаимодействие с клиентите.

1.1.4. Човешките ресурси в контекста на дигиталната трансформация

Дигитализацията на подбора и оценката на служителите е ключов аспект от трансформацията на човешките ресурси (HR) в дигиталната ера. Промяната към цифрови и автоматизирани процеси в подбора на персонал е фундаментална за модернизирането на организациите и повишаване на тяхната конкурентоспособност. Дигитализацията оптимизира целия процес на набиране на персонал – от публикуването на обяви за свободни позиции, през процеса на интервюиране и оценка, до дългосрочното проследяване на представянето на новонаетите служители. По този начин дигитализацията спомага за по-добра ефективност, намалява разходите и минимизира човешките грешки, които често възникват при традиционните подходи към подбор. Цифровите технологии трансформират набирането на персонал чрез интеграцията на автоматизация, анализ на данни и централизирани платформи за управление. Процесът става по-структуриран, по-целенасочен и подпомага обективното вземане на решения, което значително подобрява качеството на подбора. 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.

Използването на автоматизирани системи за подбор на персонал е един от най-значимите аспекти на дигитализацията в HR. Автоматизираните системи за подбор, известни също като Applicant Tracking Systems (ATS), представляващи софтуерни платформи, които структурират процеса на подбор и централизират управлението на кандидатурите. ATS улеснява HR процесите чрез автоматизиране на повтарящи се задачи като филтриране на кандидатите, организиране на интервюта и събиране на аналитични данни за ефективността на процеса на подбор. Според проучвания, използването на ATS намалява времето за подбор с до 30%, като същевременно повишава точността и ефективността на селекцията на подходящите кандидати (Wright

& Snell, 2019; Jahan, 2014). С помощта на ATS системите, компаниите могат не само да управляват голям брой кандидатури, но и да идентифицират най-подходящите кандидати по обективни критерии и така да осигурят по-добро представяне на служителите в дългосрочен план.

Използването на изкуствен интелект (ИИ) за оценка на кандидатите е друга ключова тенденция в дигитализацията на HR процесите. ИИ трансформира подбора на персонала чрез интегрирането на алгоритми за анализ на големи обеми данни, които да помагат на организациите в по-прецизното и обективно избиране на кандидати. Изкуственият интелект предлага уникални възможности за оценка на кандидатите, като същевременно минимизира субективността в процеса. Например, ИИ анализира ключови думи в автобиографиите, използвани в описанията на умения и опит, за да открие кандидатите с най-висок потенциал. Проучвания 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:* Този процес позволява на ИИ системи да селектират автобиографии въз основа на предварително зададени ключови критерии като опит, квалификации и умения. Използвайки методи за анализ на ключови думи и фрази, ИИ системите бързо откриват и класифицират кандидатурите, които най-добре отговарят на изискванията на позицията. Този метод не само спестява време, но и минимизира възможностите за грешки, които възникват при ръчен преглед (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, както е илюстрирано на Фиг. 1.5.



Фиг. 1.5. Основни компоненти на CRM система

- Автоматизацията на продажбите работи с всички етапи от цикъла на продажбите, от първоначалното въвеждане на информация за контакт до превръщането на потенциален клиент в действителен клиент. Той прилага анализ на насърчаване на продажбите, автоматизира проследяването на историята на акаунта на клиента за повтарящи се продажби или бъдещи продажби и координира продажбите, маркетинга, кол центрове и

търговските обекти. Той предотвратява дублиране на усилията между продавач и клиент и също така автоматично проследява всички контакти и последващи действия между двете страни.

- Маркетинговата автоматизация се фокусира върху облекчаване на цялостния маркетингов процес, за да го направи по-ефективен и ефикасен. CRM инструментите с възможности за автоматизация на маркетинга могат да автоматизират повтарящи се задачи, например изпращане на автоматизирани маркетингови имейли в определени моменти до клиенти или публикуване на маркетингова информация в социални медии. Целта на маркетинговата автоматизация е да превърне потенциалния клиент в пълен клиент. CRM системите днес също работят върху ангажираността на клиентите чрез социалните медии.
- Автоматизацията на услугите е частта от CRM системата, която се фокусира върху технологията за директно обслужване на клиенти. Чрез автоматизацията на услугата клиентите се поддържат чрез множество канали като телефон, имейл, бази знания, портали за билети, FAQs и др.

CRM платформите подпомагат бизнеса да направи информирани решения, като им предоставя ключови данни за поведението на клиентите и техните взаимодействия с бранда. Тази трансформация позволява на организациите не само да задържат съществуващите си клиенти, но и да привличат нови, чрез по-добро разбиране на техните потребности и изисквания. CRM технологията дава възможност за бързо идентифициране на нови продажбени възможности, оптимизиране на маркетинговите усилия и подобряване на оперативната ефективност (Payne & Frow, 2013; Nguyen & Mutum, 2012).

Централизираното съхранение и лесният достъп до клиентски данни е една от най-значимите ползи на CRM системите. Те събират и съхраняват всички данни за клиента на едно място, което позволява на различни отдели в организацията – продажби, маркетинг и обслужване на клиенти – да имат достъп до актуална информация за клиентите. Тази централизация осигурява пълна и подробна картина за клиентите, подпомага координацията между отделите и позволява на служителите да осигурят консистентно и персонализирано обслужване. Чрез достъпа в реално време

до актуална информация CRM системите подобряват комуникацията между отделите, като това води до по-добро клиентско изживяване и повишава нивото на удовлетвореност (Chen & Popovich, 2003).

Като примери за използване на персонализирани CRM системи за подобряване на клиентското изживяване могат да се посочат разнообразните подходи и практики, които утвърждават CRM като съществен инструмент в маркетинга и продажбите. Компаниите инвестират в CRM решения, които да отговорят на различните нужди на своите клиенти:

- *Прогнози в реално време:* Netflix, например, използва CRM алгоритми, които предсказват предпочитанията на потребителите и предлагат персонализирано съдържание, базирано на техния минал избор. Този подход повишава ангажираността и удовлетворението на клиентите, тъй като те получават препоръки, отговарящи на техните вкусове (Smith, 2019).
- *Автоматизирани, персонализирани имейл кампании:* Amazon използва CRM технологии, за да създава персонализирани имейл кампании, които предлагат продукти според покупките и интересите на клиента. Това не само насърчава допълнителни продажби, но също така засилва връзката на клиентите с бранда (Garrido-Moreno & Padilla-Meléndez, 2011).
- *Програми за лоялност с мобилни приложения:* Starbucks използва мобилна CRM платформа, която позволява на клиентите да проследяват своите точки за лоялност и получават персонализирани оферти, базирани на тяхната покупателна история. Това приложение създава допълнителна стойност за клиента и засилва неговата лоялност (Kumar & Reinartz, 2018).
- *Персонализирано обслужване в реално време:* Хотелската верига Hilton използва CRM, за да предостави персонализирани услуги на своите клиенти. Гостите могат да изберат стаята си, да получат препоръки за заведения и събития, които отговарят на техните предпочитания. Тази персонализация създава уникално изживяване за всеки гост (Peppers & Rogers, 2016).
- *CRM-базирани чатботове:* Sephora внедрява чатботове в своята CRM платформа, които осигуряват мигновено обслужване и помагат на клиентите да намерят подходящите продукти. Чатботовете не само улесняват

обслужването, но също така събират важни данни за предпочитанията на клиента (Sanodia, 2022).

- *Следпродажбено обслужване и поддръжка:* Ford използва CRM за събиране на данни след продажбата на автомобила, за да предложи персонализирана поддръжка и сервизни предложения на своите клиенти. Това допринася за изграждането на дългосрочни отношения и висока лоялност (Rust & Huang, 2014).
- *Сегментирани оферти и таргетирани кампании:* Nike използва CRM за таргетиране на различни клиентски сегменти с персонализирани предложения и рекламни кампании, които повишават ангажираността на клиентите и продажбите (Xu et al., 2016).

Ползи от автоматизираните системи за проследяване на клиентските взаимодействия са значителни. Автоматизацията в CRM системите позволява на компаниите да събират и анализират данни от различни точки за контакт с клиента, като социални медии, телефонни разговори и имейли. Чрез детайлния анализ на тези данни компаниите могат да придобият по-задълбочено разбиране за поведението и предпочитанията на клиентите, което да подпомогне информираното вземане на решения. Тази информация също така предоставя възможност за предсказване на бъдещите нужди на клиента, като така подобрява дългосрочната стратегия за маркетинг и продажби (Verhoef et al., 2009).

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 многокритериалното вземане на решения (MCDM), основни категории и различни методи, които биха били приложими към разглеждания проблем, свързан с дигиталната трансформация. Многокритериалното вземане на решения (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.

В днешно време, сложните проблеми на вземането на решения могат да бъдат решени чрез използване на математически модели, многообразна статистика, математика, икономически теории и компютъри, които помагат автоматизирано да се изчислят и оценят решенията на задачите за вземане на решения.

Многокритериалното вземане на решения или многокритериалният анализ на решенията (MCDA) е един от най-точните методи за вземане на решения и може да се разглежда като революция в тази област (Aruldos et al., 2013; Velasquez & Hester, 2013). MCDM включва различни методи, които се различават един от друг в различни аспекти чрез различни качествени и количествени критерии, за да се намери най-доброто решение (Hajduk, 2021). Например разходите или цената и качеството на процесите са сред най-честите критерии при много проблеми с вземането на решения (Shahsavarani & Azad Marz Abadi, 2015). Освен това в тези проблеми, експертите предоставят различни тегла на критериите, които се основават на важността на всеки критерий в конкретния случай.

MCDM може да се използва и за ежедневни проблеми в човешкия живот, но когато проблемът се отнася до по-важни теми, като например в нива на капитала, то оценката на критериите вече се разглежда като съществен фактор. Следователно, в тези ситуации вземането на решения трябва да се основава на правилно структуриране и изрична оценка на всички критерии, като се използват подходящи инструменти. Когато домейнът притежава множество критерии за постигане на оптимално решение въз основа на предпочитанията на вземащите решения, MCDM предоставя необходимите средства за справяне със структурирането, вземане на решения и стъпките на последващо планиране (Borissova, 2021).

Съществуват няколко типа методи на MCDM, които са разработени или подобрени от различни автори през последните десетилетия. Основните разлики между тези методи са свързани с нивото на сложност на алгоритмите, методите за претегляне на критериите, начина за представяне на критерии за оценка на предпочитанията, несигурна възможност за данни и накрая данни тип агрегиране. Всички тези различни видове MCDM притежават специфични и различни качества и

недостатъци. Например, процесът на аналитична йерархия (АНР) е лесен за използване, но среща проблеми поради зависимостта между критерии и алтернативи (Saaty & Vargas, 2012). Всички методи на MCDM генерират решения, които представляват компромис между няколко цели, което води до получаване на неоптимално решение поради естеството на проблема.

В заключение може да се обобщи, че 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 и др., 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:

$$A = \{A_i \mid i = 1, 2, \dots, m\} \quad (1.1)$$

където A е определно и крайно множество от алтернативи, а m е общият им брой.

$$C = \{C_j \mid j = 1, 2, \dots, n\} \quad (1.2)$$

където C е определно и крайно множество от критерии, които се използват за оценка на алтернативите $\{A_i\}$, а n е общият им брой.

Критериите могат да имат различни мерни единици без никакви взаимовръзки и различни дори противоречиви цели (минимизиране на някои от тях и максимизиране на други).

$$W = \{w \mid j = 1, 2, \dots, n\} \quad (1.3)$$

където W представлява набор от нормализирани тегла, присвоени на всеки критерий въз основа на тяхната важност. Математическата форма на множествата, представена по-горе, е лесен начин за дефиниране на проблема многокритериалния анализ. 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 $(W = \{w_1, w_2, \dots, w_2\})$ е векторът на тегловите коефициенти за важност на критериите. Тези два основни параметъра хартеризират 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 и др., 2016).



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

Многокритериалният анализ е многоетапен процес, състоящ се от набор от методи за структуриране и формализиране на процесите на вземане на решения по прозрачен и последователен начин (Zlaugotne et al., 2020; Langemeyer et al., 2016). През годините са разработени много методи и софтуерни системи за решаване на подобни проблеми (Kirilov et al., 2021). За да се използват методите, е важно да се дефинират неговите основни входни параметри, а именно – алтернативите и критериите. Критерийте могат да бъдат от различен тип – като например разходи, показатели за въздействие върху околната среда, социални показатели, енергийна ефективност, качество и други специфични, които са от значение за конкретния проблем.

При наличието на много алтернативи за един проблем, важно е да се намери най-подходящата алтернатива, отговаряща на поставените критерии. Това може да се

постигне чрез използване на методите на многокритериалното вземане на решения като инструмент за сравняване на алтернативи.

Има много и различни методи, които могат да се използват за решаване на подобни проблеми. Всеки метод има свой собствен начин за изчисление, чрез който алтернативите могат да се подредят и не е възможно да се твърди, че използването на конкретен метод с едни и същи входни данни ще доведе до същия краен резултат. Методите могат да бъдат избрани според вида на резултата (Ishizaka & Nemery, 2013). Ако резултатът е необходимо да се получи в резултат от сравнение на стойности, могат да се използват AHP, MULTIMOORA, MAUT, метод на претеглена сума, метод на претегленото произведение и други. Използването на AHP, TOPSIS и VIKOR, COPRAS, STEP и други методи могат да бъдат използвани за постигане на определената цел и намиране на най-добрата алтернатива от предоставените такива. Методите PROMETHEE и ELECTRE се основават на сравнение по двойки и оценка на съответствието за желаната цел (Guliashki & Kirilov, 2015; Guliashki & Marinova, 2019; Figueira et al., 2016).

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 за 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. Вниманието заслужават някои от основните и най-често използвани техники за агрегиране, които са както следва:

- *Outranking relations:* Този метод се основава на сравняването на алтернативите чрез двоични отношения, като основната цел е да се оцени степента на изпреварване на една алтернатива спрямо друга. Полезен е, когато е необходимо да се потвърди, че дадена алтернатива е поне толкова добра, колкото друга, или превъзхожда друга по определени критерии, без задължително да я прави оптимална във всички аспекти. Техниките за outranking като ELECTRE и PROMETHEE, позволяват моделирането на предпочитанията при наличие на непълно подреждане на алтернативите и се използват в условия на несигурност или противоречиви критерии (Roy, 1991; Brans & Mareschal, 2005). Тези методи са подходящи за вземане на решения в комплексни ситуации, при които различните алтернативи могат да имат силни и слаби страни по различни критерии, и позволяват постигането на баланс между тях.
- *Utility functions:* Функциите на полезност се използват за определяне на полезността или стойността на всяка алтернатива, като се вземат предвид всички критерии. Този метод предоставя начин за агрегиране на всички критерии в един индекс или скала, която може да се използва за ранжиране на алтернативите. Полезността се определя чрез обединяване на всички критерии в едно измерение, което улеснява избора на оптималната алтернатива. Методът се използва при ситуации, при които оценките на алтернативите могат да бъдат количествено определени и обединени в общ индекс на полезност (Keeney & Raiffa, 1993). Utility functions се прилагат широко в бизнес и икономически среди, където целта е максимизирането на стойността чрез измерване на полезността по различни измерения.
- *Discriminant function:* Макар и подобна на функцията на полезност, дискриминантната функция не служи като инструмент за предпочитания между алтернативи (Taherdoost & Madanchian, 2023). Тя представлява линеен метод за количествена оценка на критериите, при който не се изисква директно сравнение на предпочитанията по реда на критериите. Тези модели са особено полезни, когато се оценяват количествени критерии или когато качествените критерии са изразени в количествен вид (Zanakis et

al., 1998). Дискриминантната функция е подходяща за проблеми, при които се изисква линейно разделение на алтернативите и фокусиране върху прецизна оценка на всеки критерий, което улеснява избора на най-добрата алтернатива чрез количествени анализи.

- *Function-free models*: Тези модели използват символични правила за вземане на решения, вместо да разчитат на функции за оценка. Те позволяват на вземащия решения да приложи определени правила или принципи за оценка, без да се изисква строга формулировка на моделите. Подходящи са за проблеми, при които липсват ясни количествени оценки и често се използват при експертни оценки или ситуации, при които решението зависи от съвкупността от правила и принципи (Roy, 1991). Function-free моделите намират приложение в области, при които е необходимо да се вземе предвид символната стойност на критериите или когато са налице комплексни или противоречиви изисквания, които не могат лесно да бъдат формализирани в математическа функция.

В допълнение към така направеното разграничаване, трябва да се спомене, че в литературата се използват и следните категории: (1) *компенсаторни подходи*, (2) *некомпенсаторни подходи* и (3) *частично компенсаторни подходи*. Те позволяват да се оценят и сравнят алтернативи въз основа на критериите за ефективност, надеждност и адаптивност спрямо различни ограничения и цели. Некомпенсаторната стратегия за вземане на решения елиминира алтернативи, които не отговарят на определен критерий, за разлика от компенсаторната стратегия, при която се претеглят положителните и отрицателните характеристики на разглежданите алтернативи като по този начин се позволява положителните характеристики да компенсират отрицателните. Компенсаторните стратегии са в основата на моделите на многоатрибутни на полезност (Edwards, 1992, Keeney & Raiffa, 1993, Zeleney, 1976) и са широко възприети като рационална процедура на избор.

Един лесен подход да се разграничат методите на многокритериалното вземане на решения е въз основа на това дали е се реализира индивидуално или групово, като критерии за това е броя на лицата, вземащи решения (Sabaei et al., 2015).

- *Индивидуално вземане на решения:* При този тип методи има само едно лице, вземащо решението, и имащо задачата както да оцени така и да избере най-добрата алтернатива въз основа на своите предпочитания и определените критерии. Индивидуалното вземане на решения обикновено е по-бързо и по-малко сложно, тъй като не се изисква съгласуване между различни участници. Примери за такива методи са AHP и TOPSIS, където оценките и коефициентите за важност на критериите се определят от един експерт.
- *Групово вземане на решения:* Този тип методи има повече от един експерт, участващи в процеса на вземане на решения. Груповото вземане на решения включва синтез на мненията на различни експерти или заинтересовани страни, което може да доведе до по-обективна и балансирана оценка на алтернативите. Груповите методи често използват техники за достигане до консенсус, като например *Делфи метод* и др. Това позволява по-точно и обективно отразяване на различните гледни точки и приоритети. Според Sabaei и съавтори (2015), разграничението между индивидуално и групово вземане на решения е важен аспект на многокритериалното вземане на решения, тъй като броят на участниците пряко влияе върху сложността и методите на оценяване.

Типът на информацията, като например качествен/количествен или сигурен/несигурен, може да се разглежда като друг вариант за класификация.

- *Качествена информация:* Качествената информация се основава на субективни оценки и експертни мнения. Тя е полезна, когато количествени данни не са налични или не са приложими. В тези случаи се използват методи като fuzzy logic, които могат да интерпретират неясна и неформализирана информация (Zadeh, 1965). Този подход е подходящ при оценка на фактори, които са трудни за измерване количествено, като удовлетворение на клиента или възприемане на риска (Chen et al., 2014).
- *Количествена информация:* Количествената информация се основава на обективни данни и измервания. В този случай се използват статистически и математически модели за оценка на алтернативите, като например DEA

(Data Envelopment Analysis) или PROMETHEE (Brans & Mareschal, 2005). Количествените методи осигуряват по-точна и обективна оценка, но изискват наличието на надеждни данни (Kou et al., 2021).

- *Сигурна информация:* В случаите, когато всички данни и променливи са известни и няма несигурност, методите могат да се базират на детерминирани оценки. Пример за това е методът на претеглената сума, който изисква точно определени стойности за теглата на критериите (Triantaphyllou, 2000).
- *Несигурна информация:* Когато има несигурност или липса на достатъчно данни, методите на многокритериалното вземане на решения трябва да могат да отчитат тази несигурност. В тези случаи се използват подходи като fuzzy logic, стохастично програмиране (Zimmermann, 2001). Несигурната информация е често срещана при сложни реални проблеми, където съществуват неясноти в оценките на критериите и променливите.

Методите, базирани на компромис помагат за разбиране на различията в целите и изискванията на лицата, вземащи решения, както за начина, по който те се справят с конфликтни критерии. Типовете методи за претегляне, които са два вида методи, базирани на компромис и небазирани на компромис, са друг начин за разграничаване на типовете проблеми на MCDM (Trendowicz & Korczyńska, 2014).

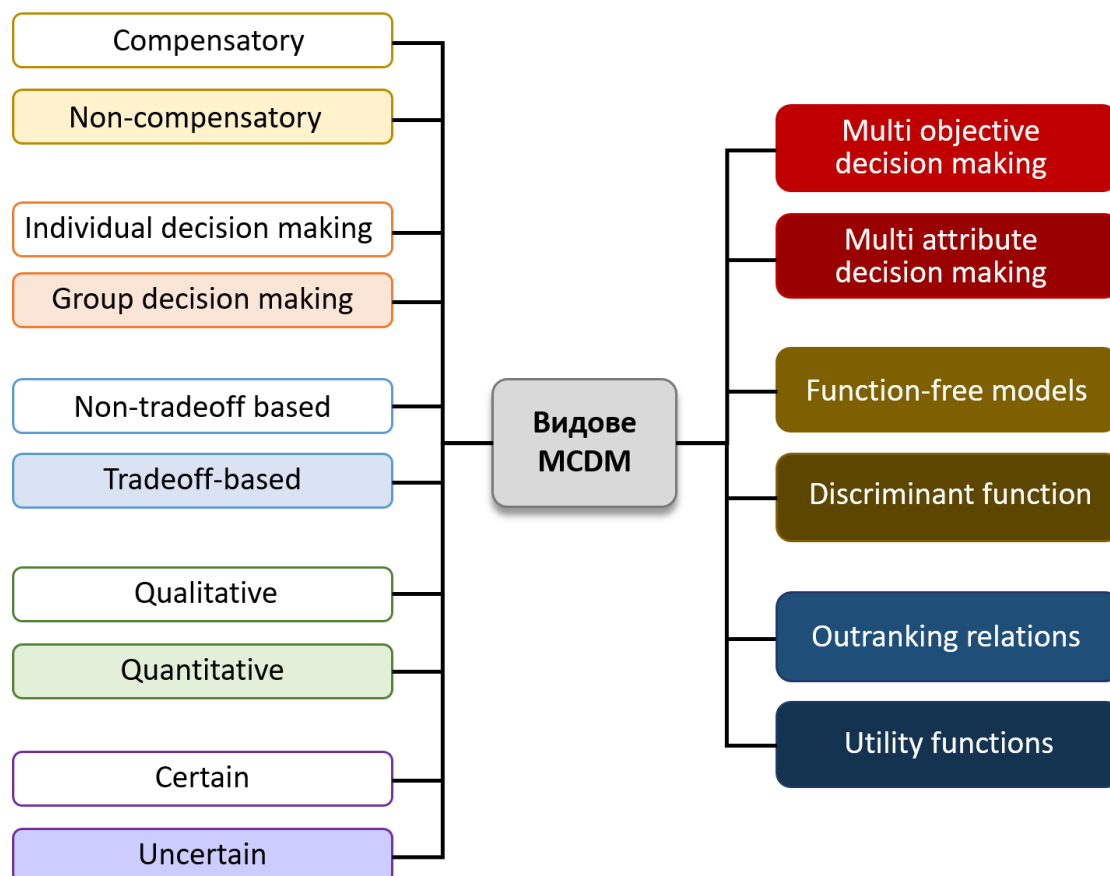
При многокритериалното вземане на решения могат да се разграничат два вида методи (многокритериален анализ и многокритериална оптимизация) в зависимост дали критериите се разглеждат като: (1) *атрибути* или (2) *целеви функции*. Многокритериална оптимизация се фокусира върху непрекъснати пространства за вземане на решения с безкраен брой алтернативи. Това е оптимизационен проблем без пряка и специфична алтернатива, избрана като решение. Вземането на решения изисква анализ на компромисите между конкурентните цели, за да се намери „Парето-оптимално решение“, което не може да бъде подобро едновременно по всички критерии. Тези модели обикновено използват методи като линейно и нелинейно програмиране, еволюционни алгоритми и др. техники за търсене на оптимално решение. При тези модели ограниченията са ясни и лицата, вземащи решения имат високо ниво на взаимодействие.

Многокритериалният анализ се фокусира върху проблеми с предварително известни алтернативи. Това е проблем за оценка, при който решението се избира между дискретен брой алтернативи. При тези модели целите, атрибутите (които са критерии) и опциите са ясни; ограниченията обаче са неясни и нивото на взаимодействие между вземащите решения е ограничено.

Многокритериалният анализ се използва за оценка и сравнение на алтернативите чрез методи като AHP, TOPSIS и ELECTRE, които осигуряват структурирани начини за вземане на решения (Saaty, 1980; Hwang & Yoon, 1981). Основното предимство на този подход е, че дава възможност за систематично разглеждане на множество критерии, включително както количествени (като цена или време), така и качествени (като удобство или сигурност) (Triantaphyllou, 2000). Въпреки че целите и атрибутите са ясно дефинирани, ограниченията при многокритериалният анализ моделите често са неясни и зависят от субективната оценка на вземащите решения, което може да доведе до различни интерпретации и трудности при намирането на оптимално решение (Roy, 1991). Нивото на взаимодействие между лицата, вземащи решения е обикновено ограничено, особено при по-големи групи, където е трудно да се постигне консенсус (Belton & Stewart, 2002). Често процесът включва оценяване чрез матрици на предпочитания, където всяка алтернатива се оценява спрямо всеки критерий (Hwang & Yoon, 1981; Borissova et al., 2016).

Методите на многокритериалния анализ се използват широко в бизнес анализа, управление на проекти и избор на доставчици, където съществува краен брой възможности и решението трябва да бъде основано на множество аспекти (Korsemov et al., 2018).). Те са подходящи за ситуации, където е необходимо да се направи бърз и точен избор между ясно дефинирани опции, като например избор на най-добрия продукт или стратегия (Borissova et al., 2020). Прилагането на многокритериалния анализ позволява не само класиране на алтернативите, но и откриване на силните и слабите страни на всяка от тях, което улеснява процеса на вземане на решения (Belton & Stewart, 2002).

Различните методи на многокритериалното вземане на решения са представени обобщено на Фиг. 1.7 (Taherdoost & Madanchian, 2023; Sabaei и др., 2015, Baizyldayeva и др., 2013).



Фиг. 1.7. Класификация на MCDM

В направено изследване е показано, 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).

Методите на многокритериално вземане на решения се считат за основни инструменти за вземане на решения, които вземат под внимание повече от един критерий в процеса на вземане на решения. Основната цел на тези методи е да се подпомогне вземането на решение в ситуации, които изискват оценка и избор сред различни възможности, като всяка от тях е оценена спрямо множество фактори. Това прави методите на многокритериално вземане на решения особено подходящи за решаване на комплексни проблеми в реалния свят, където решенията не могат да бъдат базирани само на един критерий, а изискват балансиране на различни противоречиви аспекти. Тези методи играят важна роля в области като бизнес

стратегии, планиране и управление, избор на доставчици, и много други, където е необходимо да се направи информирано решение въз основа на комплексен набор от критерии.

Съществуват различни подкатегории на методите на многокритериалното вземане на решения, които включват многокритериална оптимизация и многокритериален анализ, както и подкатегории като методи за компромис и небазирани на компромис методи, които могат да бъдат адаптирани към специфичните нужди на различни области на приложение. Например, многокритериалната оптимизация е подходяща да се използва, когато проблемът за решаване включва множество целеви функции и изисква оптимизация в непрекъснато пространство на решения, докато многокритериалният анализ е подходящ за ситуации, в които има конкретни алтернативи, между които трябва да се избере най-добрата, въз основа на предварително дефинирани атрибути.

Методите на многокритериалното вземане на решения се считат за основните инструменти при вземането на решения, които отчитат наличието на повече от един критерий в процеса на вземане на решения. Основната характеристика на тези методи е, че те предоставят структуриран подход, който позволява на вземащите решения да анализират и сравняват различни опции въз основа на множество критерии, които могат да бъдат както количествени (като разходи, време или производителност), така и качествени (като удовлетвореност на клиентите, етика или устойчивост). Това прави MCDM подходите особено подходящи за сложни ситуации, при които традиционните методи за вземане на решения не могат да отразят комплексността на изискванията и предпочитанията на вземащите решения (Triantaphyllou, 2000).

MCDM методите намират приложение в различни области, тъй като позволяват да се извлече максимума от разнообразните цели и изисквания, като предлагат решения, които оптимизират съществуващите ресурси и постигат баланс между различните аспекти на проблемите (Saaty, 1980). Например, в бизнес анализите, при избора на най-добрия доставчик или партньор, MCDM методите могат да включват фактори като цена, качество на продукта, времето за доставка и дългосрочната стабилност на партньора, за да се вземе най-информираното решение.

Тези методи намират и широко приложение в публичната администрация, като помагат в процесите на планиране на инфраструктурата, енергийни проекти и екологични оценки, където е необходимо да се вземат предвид множество аспекти на устойчивото развитие, включително социални, икономически и екологични фактори. Въпреки широкото си приложение, основната трудност при използването на MCDM методите е неяснотата и субективността на оценките, особено когато става въпрос за качествени критерии. В тези случаи се използват специализирани техники като AHP или TOPSIS, които осигуряват подходи за количествено представяне на субективните възприятия и за интегриране на множествените критерии в общото решение (Hwang & Yoon, 1981).

Основните предимства на подходите на MCDM са тяхната гъвкавост и възможността да се адаптират към различни контексти и типове задачи, както и тяхната способност да включват както експертни знания, така и исторически данни. Използвайки тези методи, организациите могат да постигнат по-добра координация между стратегическите цели и оперативните решения, като същевременно намаляват рисковете и неопределеността при вземането на решения (Roy, 1991). За разлика от методи на вземане на решения, които се базират на един-единствен критерий, методите на многокритериалното вземане на решения осигуряват по-цялостен и обоснован подход към решаването на проблемите, като гарантират, че се вземат предвид всички важни аспекти на даденото предизвикателство.

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.

Предположението, което управлява този модел, е предположението за допълнителна полезност. Това е общата стойност на всяка алтернатива получена от сумата изразена чрез (1.4). В едномерния случай, при които всички мерни единици са еднакви (напр. евро, метри, секунди и т.н.), WSM може да се използва без допълнителни затруднения. Трудност при този метод възниква, когато се прилага към проблеми за вземане на решения, чиито мерни единици са разнородни.

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. Всяка алтернатива се сравнява с останалите чрез умножаване на редица съотношения, по едно за всеки критерий. Всяко отношение се повдига на степен, еквивалентна на относителното тегло на съответния критерий. Като цяло, 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.

Ако изразът $R(A_K/A_L)$ е по-голям от единица, то тогава алтернативата A_K е по-желателна от алтернативата A_L (в случая на максимизиране). Най-добрата алтернатива ще е тази, която е по-добра или поне равна на всички останали алтернативи.

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 правопрпорционално на нивото на дигитална зрялост на организациите.
- Условиата на сложност и многообразие на факторите, които трябва да бъдат взети предвид, предопределят важната роля на методите подпомагащи вземането на решения. Те предоставят ефективен 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. 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. Идентифицирани са 3 основни етапа на дигиталната трансформация: оперативна готовност, организационна готовност и бизнес стойност, за които са идентифицирани съответни групи индикатори, използвани при формулирането на математически модел за оценка на напредъка на дигиталната трансформация. Описани са математически модели, които намират приложение и подпомагат работата на главния информацион 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.

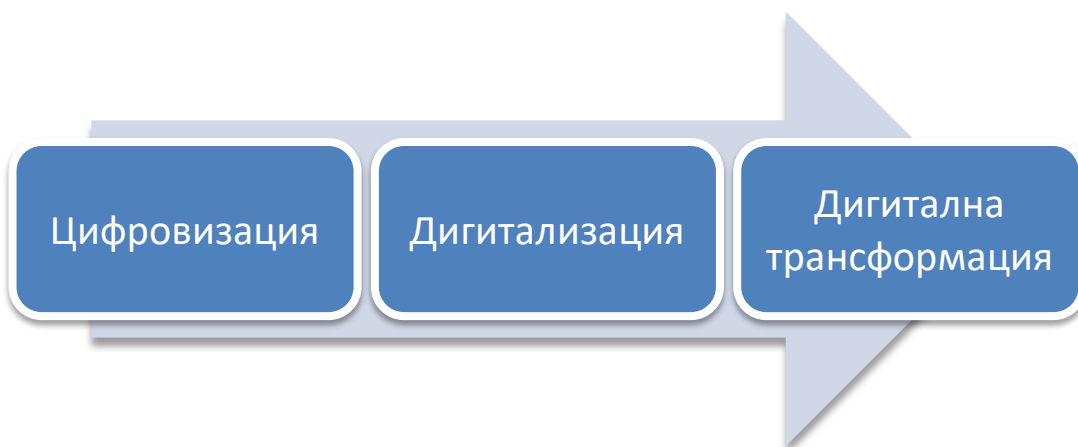
2.1. Интегриран подход за оценка на напредъка на дигиталната трансформация чрез използване на множество обективни и субективни индикатори

Продължаващата дигитална трансформация може да бъде разпозната не само в различни области на производствените компании (Lee et al., 2021), но засяга и организации с нестопанска цел (Nahrkhalaj et al., 2018), интелигентни градове (Garvanov & Garvanova, 2021), туризъм (Marx et al., 2021) образование (Petrova et al., 2022) и др. Независимо от областта на приложение, общата цел на дигиталната трансформация е да подобри ефективността, стойността или иновациите. От гледна точка на

производството някои от най-важните предизвикателства, с които организациите трябва да се справят, включват: традиционни процеси, устойчивост на промяна, наследен бизнес режим, ограничена автоматизация, бюджетни ограничения, липса на подходящи знания, негъвкава фирмена структура и сигурност (Albukhitan, 2020). Мерките, които влияят върху цифровата 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.

В тази връзка си струва да се спомене, че облачните услуги са съществена част от съвременните информационни системи (Petrov, 2021). Дигиталната трансформация трябва да бъде приоритет за висшия управленски персонал и водеща концепция на корпоративната бизнес стратегия (Saarikko et al., 2020). В допълнение трябва да се спомене, че цифровата трансформация може да бъде представена чрез следните 3 разграничими фази (Verhoef et al., 2021):



Фиг. 2.1. Фази на цифровата трансформация

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. Това означава, че е необходимо да се идентифицират подходящи индикатори за оценка, като се има

предвид, че процесите на дигитална трансформация се различават в зависимост от специфичните характеристики на компанията. Броят на задачите, които компаниите се стремят да изпълнят, нараства екстензивно и това е причината те да бъдат разделени, за да бъдат ефективно изпълнени. Има няколко ключови позиции, чиято интеграция е ключова за дигитализацията на компанията:

- 1) Главен информационен 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 мениджър по информационна сигурност, главния технологичен мениджър и главния мениджър по дигитализация

Главният информационен мениджър е изпълнителният директор на компанията, отговорен за управлението, внедряването и използваемостта на информационните и компютърни технологии. Тъй като технологиите се разширяват и прекрояват индустриите в световен мащаб, популярността и значението на информационните директори нарастват. ГИМ анализира как различните технологии са от полза за компанията или подобряват съществуващите бизнес процеси. Някои автори ясно показват, че самото минало на ИТ директора не е толкова важно, колкото на кого докладва ИТ директор (Jones et al., 2020). Представено е изследване на стратегическата роля на ИТ директорите в ситуация на слабости в контрола на информационните технологии (Li et al., 2021). Установено е, че обичайните практики на фирмите да задържат ГИМ в ситуации на слабости в контрола на информационните технологии са неефективни. Струва си да се споменат емпиричните резултати, които показват, че връзката между бизнес стратегията и ИТ директорите с определени компетенции, опит

и личности може да доведе до по-добро организационно представяне (Li & Tan, 2013). Комбинирайки рамката COBIT и ANP, авторите показват как да оптимизират процесите, за да осигурят стабилна основа за консенсус при развитието на функцията ГИМ в големи организации (Shalamanov et al., 2020).

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. Според Van der Meulen могат да се разграничат четири общи роли на ГТМ:

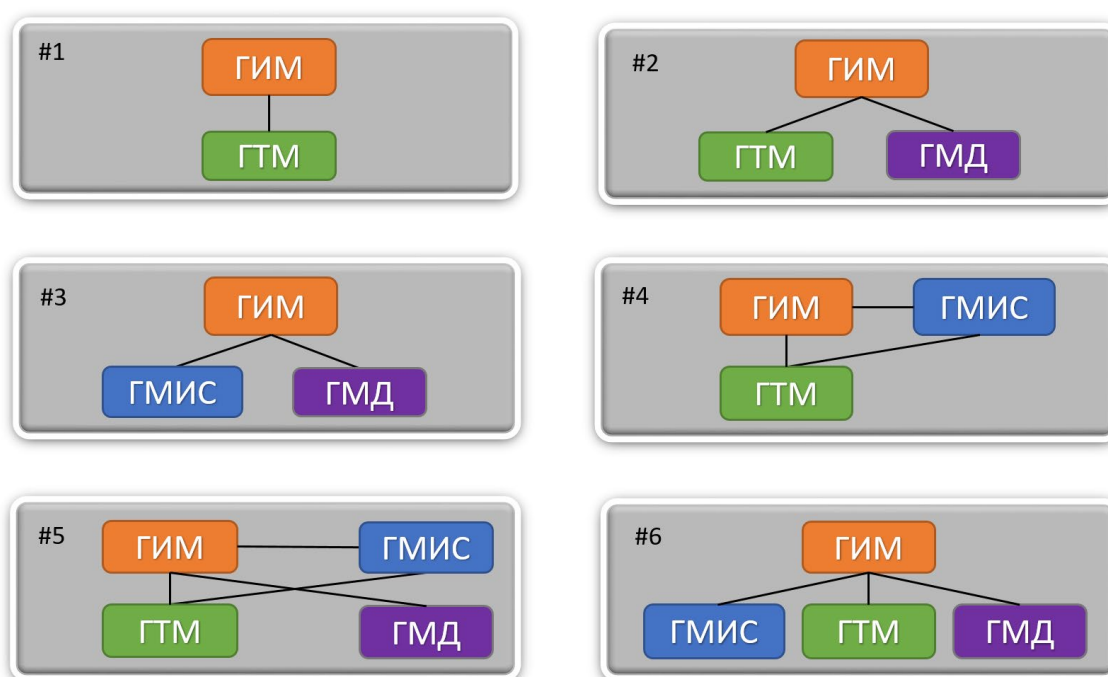
- 1) ГТМ като дигитален бизнес лидер;
- 2) ГТМ като средство за подпомагане на бизнеса;
- 3) ГТМ като новатор на ИТ;
- 4) ГТМ като главен оперативен директор на ИТ (Van der Meulen, 2019).

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). В тази връзка неговите задължения включват проектиране и внедряване на програми за сигурност, инициативи за одит и съответствие, осигуряване на подходящо образование и програма за обучение, работа с трети страни доставчици на сигурност. Установена е връзка между вътрешния одит и функциите за информационна сигурност, която влияе върху обективните мерки за цялостната ефективност на информационната сигурност на организацията (Steinbart et al., 2018).

Ролята на главния дигитален директор (Chief Digital Officer – CDO) 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, авторите показват, че само около 5% от фирмите са имали

ГМД до края на 2018 г. (Kunisch et al., 2020). Като сравнително нова позиция, отговорностите на ГМД могат да бъдат делегирани на външно за компанията лице или да се създаде нова позиция на ГМД. И в двата случая печалбите в производителността на компанията се увеличават значително (Mehta et al., 2021). Освен това се открива съществуваща връзка между параметрите на организационния дизайн и дейностите на ГМД (Singh 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

Случай #1 илюстрира ситуацията, при която в организацията са налични само позиции за ГИМ и ГТМ. ГИМ има водеща роля в тази ситуация.

Случай #2 се отнася до представяне на три фирмени позиции за ГИМ, ГТМ и ГМД. Йерархичната позиция в този случай се заема и от ГИМ.

Третият случай (#3) изразява също три позиции за ГИМ, ГМИС и ГТМ, където на върха в йерархията също е ГИМ.

Случай #4 изразява ситуацията, при която ГИМ и ГМИС са на едно йерархично ниво.

Следващите два случая (#5 & #6) предполагат съществуването на четири фирмени позиции за ГИМ ГМИС, ГТМ и ГМД. В случай #5 ГИМ и ГМИС имат еднаква позиция в йерархията, докато случай #6 илюстрира водещата позиция за ГИМ.

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
ИТ 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

Един от най-важните критерии е ИТ инфраструктурата. Този измерим обективен критерий включва развитието на ИТ инфраструктурата в организацията. Може да се оцени като брой въведени облачни услуги, дигитални работни места, обезпечаване на служителите с допълнителен хардуер и софтуер. Друг обективен критерий са успешно реализираните пазарни иновации, които могат да се оценят като брой иновации или като добавена бизнес стойност. Една от най-често прилаганите пазарни стратегии е прехвърлянето към електронна търговия за извеждане на бизнеса на нови географски локации. Коефициентът на възвръщаемост на инвестициите и привличането на нови

клиенти са другите два критерия за оценка на бизнеса, които влияят върху прогреса на дигитализацията на предприятието. Не на последно място е критерият за производителност на служителите. Може да се оцени като печалба за компанията, спечелена от един служител, но този аспект може да бъде и негативно повлиян от дигиталната трансформация, в случай че не е осигурено адекватно обучение.

Субективните критерии се отнасят до личните меки умения на мениджъра/ите като ГИМ, ГМИС, ГТМ, ГМД. Тези ръководители трябва да имат силни лидерски и бизнес комуникационни умения. Те трябва да демонстрират отношение за изграждане на доверие, за да мотивират екипа, който въвежда дигиталната трансформация, както и да убедят другите екипи в организацията, че дигитализацията ще донесе ползи. Управлението на С-ниво, включително ГИМ, ГМИС, ГТМ, ГМД, изисква доказване на умения за решаване на проблеми и включва също критично и аналитично мислене. Такива умения са предпоставка, че изследователският подход, който се занимава с всички възникващи проблеми на процеса на цифровизация, ще върви гладко. Въвеждането на цифрови инструменти за прилагане на математически модели за групово и индивидуално вземане на решения, включително време и управление на работния процес, може да послужи като критерии за оценка. Предприемаческият начин на мислене и стратегическото мислене също са важни характеристики на успеха и съответно влияят върху оценката на напредъка на дигиталната трансформация.

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 дигитализация, е необходимо да се разгледат и двете групи, свързани с обективни и субективни показатели. Тази интеграция изисква разглеждане на тези две групи поотделно, но в рамките на една обобщена функция на полезност. Предложеният модел за оценка на дейностите по дигиталната трансформация ($DT^{performance}$) е формулирана 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 за оценка, 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. Диапазонът за оценъчните точки (e_i и e_j) трябва да има съвпада с диапазона на другите коефициенти в модела (2.1) – (2.4). Това означава, че приемливият диапазон за тези резултати трябва да пада между 0 и 1, за да има сравнима скала. Отношението (2.2) ни позволява да разгледаме две отделни части, отнасящи се до обективни и субективни критерии в едно интегрирано цялостно представяне. Коефициентите α и β позволяват да се реализира по-гъвкав модел, отчитащ обективни и субективни критерии с различна важност в крайната комплексна оценка.

Предложеният модел (2.1) – (2.4) може да бъде опростен, като за стойности на коефициентите α или β се използва стойност равна на нула. В тези случаи моделът (2.1) – (2.4) ще разчита само на обективни или субективни критерии при оценката.

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 се възползват от тези тенденции и да бъдат в крак с конкурентите. Много фирми вярват, че преминаването към облака или внедряването на SaaS технологии за замяна на наследените бизнес процеси е трансформиращо. Дигиталната трансформация е по-дълбока, защото изисква дигитално мислене за подобряване на бизнес процесите, рационализиране на операциите и удовлетворяване на изискванията на клиентите. Дигиталната трансформация засяга организацията като цяло, включително хора, процеси и технологии (Borissova & Keremedchieva, 2022). Скорошно 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). Авторите са показали въздействието на човешките и нечовешките компоненти (т.е. знания, лидерство, дигитална сервитизация, технологични) на дигиталната трансформация, които могат или да я подобрят, или дерайлира (Feliciano-Cestero et al., 2023).

Успешното интегриране на новите технологии в организациите е правопрпорционално на нивото на дигитална зрялост на организациите. Технологиите, които вече се използват, и цифровите умения са сред факторите, които влияят върху нивото на дигитална зрялост на организацията. Използването на модели на зрялост допринася за оформянето на стратегически ориентирания преход към цифровизация на компаниите (Hein-Pensel et al., 2023). Нивото на цифрова зрялост може да бъде оценено чрез модел, който включва следните измерения: цифрова стратегия, партньорски интерфейс, процеси на компанията, служители и технологии, продукти и услуги и клиентски интерфейс (Schallmo et al., 2021).

Дигиталната трансформация интегрира цифрови технологии и решения във всяка област на бизнеса, и за да стане това възможно е необходима културна и технологична промяна. Това принуждава организациите да направят фундаментални промени в начина на работа и в това как предоставят потребителски опит и ползи. Дигиталната трансформация значително променя начините за правене на бизнес и е ключов компонент на стратегията за бизнес трансформация (Pfister & Lehmann, 2022). Тя е от решаваща важност за успеха или провала на всяко усилие за трансформация. Промените в цифровизацията надхвърлят промените в простите организационни процеси и задачи (Verhoef et al., 2021; Stalmachova et al., 2022]. Правилните технологии, комбинирани с хора, процеси и операции, правят възможно адаптирането към посрещане на нови и развиващи се нужди на клиентите и стимулиране на бъдещия растеж и иновации. Необходими са различни възможности в различни моменти от време, за да се подкрепят организациите по време на дигиталната трансформация (Konopik et al., 2022).

Благодарение на новите дигитални решения се реализира увеличаване на работната сила, което от друга страна води до трансформация на бизнес процесите и

бизнес моделите (Li et al., 2023). Това изисква пренареждане на процесите, за да се промени бизнес логиката и процесите за създаване на стойност чрез устойчиви бизнес модели (Gebauer et al., 2020; Broccardo et al., 2023). Днес няма област, където дигитализацията да не е започнала в една или друга степен. Ето защо е важно да се предложи модел за оценка на готовността за дигитална трансформация. Дигиталната трансформация заедно с цифровата зрялост трябва да се разглежда по-скоро като континуум, отколкото като фиксирана мярка и трябва да се разглежда като гъвкава и динамична концепция.

Целта на дигиталната трансформация е да се получи достатъчна възвръщаемост на инвестициите в резултат на внедряването на нова технология. Това може да се постигне чрез следване на подходяща програма за дигитална трансформация, която може да повлияе на бизнеса. Такава програма трябва да включва цели като внедряване на най-новите технологии; намаляване на разходите; повишаване на продуктивността на служителите; увеличаване на растежа на бизнеса; подобряване на удовлетвореността на клиентите (Periyasamy, 2021). Тези цели трябва да бъдат внедрени в цялостния план за дигитална трансформация и проследявани с помощта на подходящи ключови индикатори (KPI), за да се гарантира, че следващият план за дигитална трансформация е на път.

За да се постигне успешна дигитална трансформация, е необходимо да се преследва крайна цел, насочена към подобряване на цялостното потребителско изживяване и удовлетвореността на клиентите. За разлика от предишната работа, където се използват обективни и субективни индикатори, в тази статия всички ключови индикатори се считат за измерими (Borissova et al., 2022). Тъй като няма строго установени показатели за измерване на процеса на дигиталната трансформация, наличието на модел, базиран на измерими индикатори, би било стъпка в правилната посока. Следователно тази статия има за цел да предложи модел, базиран на групи от индикатори, засягащи три основни области, а именно оперативна и организационна готовност и бизнес стойност.

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

Ключовите показатели за ефективност играят съществена роля при определяне на напредъка на дигиталната трансформация. Няма универсални ключови индикатори (KPIs) за измерване на напредъка в цифровизацията. Няма дори определен брой ключови индикатори, приложими за различни индустрии, но е възможно да бъдат разделени на групи от индикатори, свързани с етапите на оперативна готовност, организационна готовност и бизнес стойност или въдвращаемост (Kimberling, 2022), както е показано на Фиг. 2.3.



Фиг. 2.3. Групи от ключови показатели за оценка на дигиталната трансформация

- 1) **Оперативна готовност (Operational readiness)** е важна част от разбирането колко добре са приведени в съответствие бизнес процесите и технологиите преди пускането им в експлоатация. Оперативната готовност може да се определи като способност за ефективно внедряване, експлоатация и поддръжка на системите и процедурите. Използват се различни процеси и практики, за да се гарантира, че всички функционални и нефункционални изисквания, заедно с всички оперативни резултати, са изпълнени, налични и сертифицирани (Levovnik & Gerbec, 2018).
- 2) **Организационна готовност (Organizational readiness)** може да се използва като мярка за способността на организацията да прави промени въз основа на текущите условия. От решаващо значение е да се измери какъв процент от организацията е напълно обучен в различните модули и какъв процент е

демонстрирал компетентност за изпълнение на бизнес процеси от край до край (Weiner, 2009).

- 3) **Бизнес Стойност (Business value or Return on investment – ROI)** определя количествено ползите за бизнеса и може да се определи като общата стойност (материална и нематериална), която инвестицията носи на компанията. Следните фактори могат да служат като мярка за материални и нематериални елементи на бизнес стойността: приходи; доходност; пазарен дял; разпознаваемост на марката; клиентска лоялност; задържане на клиенти; удовлетвореността на клиентите и т.н.

Най-често срещаните и използвани индикатори, свързани с оперативната готовност (OpR), са:

- 1) Показатели за активно използване, които изразяват броя на закупените лицензи спрямо броя потребители, които действително използват софтуера;
- 2) Технологична инфраструктура, която показва наличието на цифрови системи и броя на цифровите точки;
- 3) Наличието на инструменти за анализ на данни.

Най-често срещаните и използвани индикатори, свързани с организационната готовност (OrR), са:

- 1) Лидерство, което показва броя на ръководителите, ангажирани с дигитални инициативи;
- 2) Киберсигурността, измерена чрез показатели като броя на откритите кибератаки, броя на успешните предотвратени кибератаки и времето за откриване и реагиране на кибернетични заплахи.

Най-често срещаните и използвани показатели, свързани с бизнес стойността (BV) и ROI, са:

- 1) Количество успешно внедрени иновации;
- 2) Прилагане на иновативни решения;
- 3) Нови продукти или услуги;

- 4) Съотношението на средствата, получени поради преобразуване и изразходвани за него;
- 5) Време е за пускане на пазара за нова оферта.

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

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



Фиг. 2.4. Етапи на оценка на дигиталната трансформация

Първата стъпка се отнася до дефинирането на подходящи индикатори за оценка и за трите групи: (1) Оперативна готовност, (2) Организационна готовност и (3) Бизнес стойност. Втората стъпка изисква формулирането на подходящ модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация, докато третата стъпка се отнася до някои действия според получените резултати.

Няма строги индикатори, които биха могли да се използват за изразяване готовност на тези етапи и поради това се предлагат следните общи индикатори за трите групи, както са 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. Съотношението на средствата, получени поради трансформация и изразходвани за нея 3.5. Време за пазар за нова оферта

Успешната дигиталната трансформация изисква устойчиво приемане на технологии и един от най-добрите ключови индикатори за измерване е активното използване на цифрови активи. Това може да се измери чрез сравняване на броя на закупените лицензи с броя на потребителите, които действително използват софтуера. Оперативната готовност включва и индикатори за налични цифрови точки и брой използвани инструменти за анализ. Всички тези ключови индикатори могат да бъдат измерени.

Втората група ключови индикатори, свързани с организационната готовност, включва следните също измерими индикатори: брой ръководители, ангажирани с дигитални инициативи; броят на откритите кибератаки; брой успешни предотвратени кибератаки; и необходимото време за откриване и реагиране на кибер заплахи. Третата група ключови индикатори се отнася до дейностите с бизнес стойност, изразени чрез броя на успешно внедрените иновации; брой приложения на иновативни решения; реализиран брой нови продукти или услуги; съотношението между получените средства поради преобразуване и изразходваните за него; необходимо време за пускане на пазара за нова оферта.

Трябва да се отбележи, че е възможно да се определят други показатели, които може да нямат измерими стойности, като например дигитална култура или дигитални умения. В тази ситуация е необходимо да се включи лицето, вземащо решение, за да оцени ефективността на този тип индикатори. Оценката на тези показатели ще бъде субективна и ще изразява гледната точка на конкретен експерт. След като се определи наборът от ключови индикатори, трябва да се формулира правилният модел.

За да се оцени състоянието на дигиталната трансформация (DX), се използват 3 групи индикатори, според описаното в предишния раздел. И за 3-те групи се търси максимална продуктивност. Това означава, че е необходимо да се използва следният многокритериален модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация (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. Това означава, че нормализирането трябва да съответства на същия диапазон на относителна важност между индикаторите в модела (2.5) – (2.11). Следователно приемливият диапазон за това нормализиране трябва да бъде в диапазона между 0 и 1.

Отношенията (2.6), (2.7) и (2.8) изразяват факта, че всички групи трябва да са положителни, т.е. компанията трябва да демонстрира ефективността на конкретни дейности с цел дигитализация. Нормализирането на данните е от съществено значение при проблеми с вземането на решения, тъй като гарантира, че получените безразмерни единици могат да бъдат използвани за формиране на обобщена оценка.

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 (организационна готовност) 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), формулиран по-горе, всички индикатори трябва да бъдат измерими. Но също така е допустимо да се използват неизмерими показатели, чиято мярка може да бъде оценката, дадена от упълномощено лице, например главен информационен директор (ГИМ), главен дигитален директор (ГМД) и др. ГИМ и ГМД са сред отговорни лица, които трябва да осигурят правилната ИТ инфраструктура заедно с правилните хора за дигитализацията на бизнеса чрез модерни технологии, за да създадат бизнес стойност. Предполага се, че точките за оценката ще са в диапазона от 0 до 1 (или всяка друга скала, която трябва да се нормализира), където по-голямата стойност показва по-доброто представяне на индикатора и обратно.

Съществуват различни техники, които позволяват решаването на многокритериални проблеми като метода на претеглената сума, лексикографския метод, метода на електронните ограничения и др. (Kirilov et al., 2013; Marler & Arora, 2010). Независимо кой от тях се използва, полученото решение за оптималност по Парето изразява факта, че нито един от критериите не може да бъде подобрен без влошаване на някои от другите (Marler & Arora, 2004).

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

Днес ролята на главния информационен мениджър (ГИМ) се променя бързо. Това се дължи не само на необходимостта от дигитална трансформация, но и на иновациите за създаване на по-ориентиран към клиента подход е ясно. Доказано е, че доминиращият фокус на ГИМ има пряко и положително въздействие върху корпоративното представяне (Chan, 2021). Скорошни изследвания показват, че отговорността на ГИМ включва общи и специфични за домейна изисквания за извършване на дигиталната трансформация.

Ролята на висшия мениджмънт е от съществено значение за планирането и за постигане на значителен успех ГИМ трябва да предостави мотивирани алтернативни решения за справяне с различни предизвикателства (Jarvelainen, 2020). 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).

Ролята на ГИМ е да управлява с многофункционални екипи, за да комбинира различни бизнес аспекти. За да бъде конкурентоспособна, всяка организация трябва да прилага добри практики и иновативни ИТ (Gerth & Peppard, 2016). По този начин задълженията на ГИМ могат да поемат широк спектър от отговорности, което определя тяхната важна роля в организацията (Dawson et al., 2015). ГИМ заедно с главния служител по информационна сигурност (ГМИС) трябва да положат достатъчно усилия за повишаване на нивото на мрежова и информационна сигурност. За реализиране на надеждна информационна сигурност могат да се използват различни методи на изкуствен интелект в киберпространството (Trifonov et al., 2017). Необходимо е специално внимание, за да се осигури исканата киберсигурност за някои критични информационни инфраструктури (Tsochev et al., 2019). ГИМ с екипа за цифрови услуги трябва да се справи с политиката за киберсигурност на различни нива (Kianpour et al., 2022).

ГИМ трябва да може да оцени приложимостта на новите технологии в контекста на специфичните хардуерни изисквания и да определи необходимите краткосрочни и

дългосрочни промени (Shen et al., 2020). ГИМ трябва да може да предложи подходящи модели за вземане на решения, включително групово вземане на решения в случаите на избор на интернет доставчик, избор на доставчик при обществени поръчки, избор на различни типове софтуер, избор на място за конференция и т.н. Gartner препоръчва оценка на технологичните тенденции, за да идентифициране на въздействието върху хората, бизнеса и ИТ имуществото (Cearley et al., 2020). Като вземе предвид всичко това и текущата пандемична ситуация, статията има за цел да анализира някои софтуерни инструменти, за да направи възможно сътрудничеството между членовете на екипа от разстояние. Поради липсата на достатъчно време, тези решения трябва да бъдат добре обосновани и базирани на някакви математически модели. Настоящата статия има за цел да сравни пригодността на предложения модел за групово вземане на решения за бърза оценка и избор на софтуерни инструменти за съвместна отдалечена работа, описан в (Borissova et al., 2020), с нов модел за групово вземане на решения, базиран на разширено просто адитивно претегляне и комбинаторна оптимизация.

Развиващите се ИКТ днес налагат да се вземат бизнес решения на различни нива и да се вземат предвид множество заинтересовани страни (Garvanova, et al., 2020). За да се разгледат гледните точки на различните заинтересовани страни към горепосочените алтернативи, трябва да се сформира експертна група от лица, вземащи решения. Всеки DM трябва да определи коефициенти за важност на критериите за оценка към дадения набор от алтернативи. В някои случаи комбинирани претеглени критерии (Petrov, 2021b) могат да се използват като допълнителни коефициенти, дадени от ГИМ за изразяване на компетентността на DMs.

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 (Korsevov & Borissova, 2018). Вместо използването на оценки, предложеният математически модел (M-1) разглежда параметрите на софтуерните инструменти като променливи (Borissova et al., 2020):

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

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

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

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.

Претеглените коефициенти w_j^e изразяват относителната важност между критериите за оценка трябва да отговарят на връзката (2.13) и допълнителните коефициенти, които правят разлика между важността на мненията на членовете на групата λ^e са ограничени в диапазона от $[0, 1]$. 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 с използване на комбинаторна оптимизация за едновременна 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 (M-2), както следва (Borissova et al., 2020):

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

при ограничения

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

Предимството на този подход за моделиране е фактът, че оптималното групово решение относно избраната алтернатива и за трите вида инструменти за сътрудничество се определя чрез едно единствено решаване на оптимизационната задачата. Това се дължи на използваните двоични целочислени променливи x_i, y_s, z_t , които правят формулирания модел комбинаторен.

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

Организациите са в непрекъсната дигитална трансформация, която включва интегрирането на дигиталните технологии във всички сфери на бизнеса. Наложително е да се развие дигитална култура и умения, преди да се инвестира в цифрова инфраструктура и технологии, като същевременно се промени визията, преди да се преконфигурират бизнес моделите (Brunetti et al., 2020). Това изисква дигиталните лидери да ръководят тези инициативи, като гарантират плавен преход и че организацията остава конкурентоспособна. Повечето усилия за дигитална трансформация включват изоставяне на локални решения за преместване в облака и интегриране на всички данни на компанията в една централизирана система. Всяка успешна дигитална трансформация започва с ясна визия за целите на организацията – какъв проблем ще реши дигиталната трансформация и как дигитализацията ще подобри организацията? Някои емпирични анализи показват, че спешността на трансформацията и нуждите от координация предсказват присъствието на Chief Digital Officer (ГМД) (Firk et al., 2021).

Позицията на ГМД се различава от предполагаемо свързани роли, като главен информационен директор, главен служител по данни, главен служител по иновации и главен служител по сигурността (Dumeresque, 2014; Singh et al., 2020; Borissova et al., 2022). Дигиталната трансформация трябва да бъде приоритет за висшия управленски персонал и водеща концепция на корпоративната бизнес стратегия (Saarikko et al., 2020). Следователно, компаниите трябва да възприемат предпазлив подход при интегрирането на нови технологии, като наблюдават на устойчивия и ориентиран към човека преход. Освен това, 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). Систематичният преглед на литературата предоставя цялостно разбиране на възникващите изследвания върху феномена ГМД и неговото значение в процеса на дигиталната трансформация на организациите (Christofi, 2024). Друго систематично широкомащабно изследване на появата, природата и детерминантите на позицията на ГМД е дадено в (Kunisch et al., 2022).

Скорошно изследване идентифицира основни изследователски тенденции на маркетинга като ефективността на дигиталния маркетинг от гледна точка на потребителя; управление на социални мрежи като маркетингова стратегия; познаване на потребителското поведение; въздействие на масмедийни кампании чрез цифрови технологии; и пътуването на клиента чрез онлайн магазини (Calderon-Monge & Ribeiro-Soriano, 2024). Авторите отбелязват и основни тенденции в управлението като управление на информацията и ефективността; проектиране на гъвкави организации, способни да се адаптират към бизнес средата; влияние на интернет технологиите и дигитализацията върху логистиката и управлението на каналите за доставки. Друго изследване подчертава, че ключови функции на ГМД са тези, които са свързани главно със способността за сканиране на външната среда за неочаквани цифрови тенденции (Berbel-Vera et al., 2022). Тъй като всички тези дейности са сред отговорностите на ГМД, човекът за тази позиция трябва да бъде внимателно подбран.

Дигиталната трансформация разчита на квалифициран и високоефективен ИТ екип. Предизвикателствата пред организациите са свързани с липсата на набор от умения за киберсигурност, архитектура на приложения, софтуерни интеграции, анализ на данни и миграция на данни. Това се доказва от скорошен доклад, който показва не само хибридната природа на новоназначените ГМД, които притежават комбинация от бизнес администрация и технологични умения, но също така и централната роля на ГМД в стратегическите промени в компаниите (Culasso et al., 2023). Ето защо са необходими експерти по дигитална трансформация, които да организират подобни процеси.

Дигиталната трансформация е трудна поради много причини, включително сложност; организационна съпротива; липса на умения; наследени системи; липсваща стратегия и визия; опасения за сигурността и поверителността; ограничения на

ресурсите; развиващ се пейзаж; измерване на успеха и т.н. Ето защо възниква необходимостта от използване на прозрачен подход, способен да улеснява оценяването и избора на правилния човек, който да организира успешно дигиталната трансформация на компанията.

Поради многото задачи, които ГМД трябва да изпълнява, теорията за многоатрибутната полезност може да се използва като подходящ инструмент, който позволява да се вземат предвид много фактори. Отчитайки всички тези фактори, крайната задача може да се сведе до наличието на предварително определен краен брой зададени алтернативи, които трябва да бъдат оценени по различни атрибути, за да се получи класиране на предпочитанията (Jansen, 2011). От друга страна, имайки предвид важността на този избор, би било добре той да стане чрез групово вземане на решения. Следователно се предлага модел за групово вземане на решения за избор на позиция на ГМД, който е в състояние да интегрира както техническите, така и меките умения на кандидатите.

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). Ето защо длъжностната характеристика на главния дигитален директор е доста сложна. 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, които са обобщени в 4 основни посоки, както е показано на Фиг. 2.5.



Фиг.2.5. Отговорности на ГМД

Направление 1: Позволяване на дигиталната трансформация и създаване на стойност чрез нови инструменти и технологии. Тази дейност е свързана с разрушителни технологии, променящи начина, по който работят индустриите, а именно: изкуствен интелект; машинно обучение; интернет на нещата; блокчейн; и облак. Правенето на прогнози въз основа на събрани данни от AI и ML трансформира начина, по който бизнесът прогнозира. Задълбочените познания за тези технологии и прилагането на събраните данни за прогнозиране са сред основните предпоставки за успешни ГМД. Силното познаване на бизнес моделите, целите, финансите, прогнозирането, стратегическото планиране, приоритизирането и преговорите са в основата на прилагането на дигиталната трансформация (Rego et al., 2022). Прилагането на всички тези бизнес умения позволява на ГМД да вземат информирани решения относно това кои технологии са най-подходящи за компанията. ГМД разчитат до голяма степен на данни, за да вземат решения. Следователно този човек трябва да може да работи с различни типове данни, обобщени данни и да разбере как да приложи прозрения към различни цифрови инициативи.

Направление 2: Улесняване на прехода на компанията към цифрови технологии с клиенти и партньори. Дигиталната трансформация е неизбежна еволюция, през която всяка компания, независимо от индустрията, трябва да премине. Наличието на онлайн присъствие позволява на клиентите да комуникират с бизнеса без усилие по канали, които предпочитат. Клиентите изискват по-бързи отговори от бизнеса и спестеното

време е пари, а ГМД трябва да предотврати чакането на клиентите. Клиентите искат да видят бизнеса на компанията в любимите си канали и мобилни приложения. Дигиталната трансформация и фокусът върху потребителското изживяване биха могли да генерират повече повишаване на удовлетвореността на клиентите и съответно повече икономически печалби.

Направление 3: Комуникиране и убеждаване на важността на дигитализацията в цялата компания. Голямо предизвикателство на дигиталната трансформация е културно (Burchardt & Maisch, 2019). Всички от ръководството до новите служители трябва да са на една вълна. Всеки трябва да е готов да прави промени в ежедневието си и да не се страхува да научава нови неща.

Направление 4: Превръщане на цифровите технологии в основна част от стратегията на организацията. ГМД трябва да гарантират, че дигиталната трансформация отговаря на бизнес стандартите и постига целите на компанията. Способността за успешно ръководене на дигитална трансформация на бизнеса до голяма степен се определя от ясна дигитална стратегия, проектирана и внедрена от мениджъри, способни да създадат корпоративна култура. Една ефективна стратегия за управление на промяната включва планиране на проект чрез идентифициране на първопричините за проблемите – и изграждане на взаимоотношения с всички заинтересовани страни и служители (Mehta et al., 2021).

За да бъде успешна дигиталната трансформация, всяка една компания трябва да развие умения за управление на цифровите промени и да изгради дигитална култура. Секторът с нестопанска цел също е изправен пред предизвикателствата на дигиталната трансформация (Nahrkhalaji et al., 2018). Показано е, че НПО трябва да са наясно със своите дигитални комуникационни канали с доброволен персонал, клиенти и дарители (Brink et al., 2020). Следователно ролята на ГМД е да стане „дигитален експерт“ на компанията, помагайки на екипите да се запознаят с начините, по които бизнесът се променя, за да се адаптира към новите технологии и предпочитанията на потребителите. В тази връзка, подходящото лице, способно да реализира този процес, трябва да отговаря на различни технически и меки умения.

Техническите умения изразяват специфични способности и възможности, включително набор от умения, които индивидът може да притежава и демонстрира по премерен начин. За длъжността ГМД необходимите технически умения включват:

- *Технологична осведоменост.* Основните умения на ГМД са в областта на информационните технологии, тъй като те използват различни софтуерни инструменти и платформи, за да изпълняват ролята си ефективно. ГМД трябва да е наясно с най-новите технологии и как те могат да бъдат използвани за подобряване на дейността на компанията. Те трябва да идентифицират най-ефективната технология за конкретни бизнес нужди, да идентифицират най-ефективните начини за прилагане на технологията и да обяснят как тя може да се използва за увеличаване на производителността.
- *Разбиране на цифрови структури и продукти.* ГМД трябва да може да тества нови технологии, да ги разбира и да ги прилага в бизнеса. Тя трябва да потърси следващата нова цифрова тенденция и да реши дали си заслужава вниманието на компанията.
- *Диплома по бизнес, технологии или инженерство.* Притежаването на този тип квалификация предполага, че кандидатът ще бъде запознат с инструменти, техники и рамки, които могат да позволят и подкрепят дигиталните иновации и стратегии.
- *Вземане на решения.* ГМД разчитат на данни, за да вземат добре информирани решения, които са най-подходящи за целите на компанията. Следователно ГМД трябва да могат да работят с различни типове данни, да събират данни и да предлагат подходящи модели за вземане на решения за различни цифрови инициативи (Borissova et al., 2022).
- *Управление на проекти.* ГМД използва цифрова информация и модерни технологии, за да създаде бизнес стойност. Дигиталната трансформация като проект изисква ГМД да е наясно с най-добрите практики и методологии на Agile управление на проекти.
- *Предишен опит.* ГМД е сравнително нова лидерска позиция и предишен опит в подобна роля може да бъде предимство.

Меките умения са свързани с комуникация, презентационни умения, работа в екип, иновативно мислене, управление на хора и т.н. и не се преподават в училищни или колежски програми. В идеалния случай ГМД трябва да имат перфектната комбинация от технически опит, бизнес ноу-хау и лидерски умения. Списък с основните меки умения, допринасящи за компетентността на ГМД, е свързан с:

- *Отлични комуникативни умения.* Както вътре, така и извън организацията, главният дигитален директор трябва да може да комуникира цифровите процеси и да обяснява ползите от тях на всички участници. Тъй като основната задача на ГМД е да промени обичайните работни процеси чрез внедряване на нови начини за правене на нещата, отворената и ясна комуникация е важна.
- *Лидерство.* ГМД трябва да бъде лидер, способен да ръководи многофункционални екипи в динамична и сложна среда. ГМД насочва и координира служителите за постигане на желаните оперативни планове и резултати. Той/тя насърчава култура на непрекъснато усъвършенстване и дава приоритет на професионалното развитие на всички членове чрез своя пример на вдъхновяващ лидер.
- *Умения за управление на времето.* ГМД е ключов човек в организация, която предприема сложни инициативи за дигитална трансформация. В тази връзка позицията изисква задълбочено планиране, изпълнение и координация във времето. Така че ГМД трябва да притежават първокласни умения за управление на времето, за да завършват проектите навреме, да спазват всички срокове и приоритети и да предоставят резултати ефективно.
- *Високо чувство за отговорност и постоянство.* Осъществяването на дигитална трансформация включва сложни и фундаментални промени за цялата организация, които са съпроводени с много рискове. Тъй като ГМД играе ролята на двигател на промяната, той/тя трябва да бъде достатъчно отговорен и упорит, за да задвижи трансформацията напред.
- *Емоционална интелигентност.* ГМД трябва да притежават способността да разбират, използват и положително управляват собствените си емоции. Успешният ГМД притежава емоционална интелигентност, която му позволява

да развие стабилни работни отношения със служители, клиенти и инвеститори.

- *Сътрудничество и работа в екип.* Уменията за сътрудничество са от съществено значение за ефективна работа с различни заинтересовани страни за постигане на целите чрез комуникация, работа в екип и решаване на проблеми. И така, ГМД комбинират различни формални и неформални дейности, за да координират служителите, работещи в различни звена и на различни йерархични нива (Singh et al., 2020).
- *Стратегическо мислене.* ГМД трябва да могат да изграждат дигитално управлявани бизнес стратегии и иновации. Това умение помага за умелото наблюдение и стратегическо планиране на организационните усилия за дългосрочни и въздействащи инициативи.

ГМД като старши ръководители на С-ниво помагат на компанията да създава и изпълнява дигитални инициативи, които стимулират цифровите приходи, подобряват клиентското изживяване и ангажираността на служителите и оптимизират операциите, като същевременно създават нова бизнес стойност.

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 групово вземане на решение относно 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):

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

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. Използвайки претеглени коефициенти, е възможно да се вземат предвид различни познания в областта и опит на експерта с различно значение при окончателното групово решение. 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 трябва да бъде между 0 и 1, като по-голямата стойност означава по-добро представяне спрямо оценявания критерий. Това е така, защото за да се получат сравними стойности, и трите параметъра трябва да имат еднакъв диапазон на вариация.

Трябва да се спомене, че предложеният модел може да бъде интегриран с други подходи за измерване, като например метода на абсолютна категория (ACR). Този метод разчита на петобална обща скала за оценка на качеството (изразени чрез констатациите: лошо, незадоволително, добро, много добро и отлично) или, ако е необходимо, използване на по-високата деветобална скала на представяне. Независимо дали ще се използва петобалната или деветобалната скала, получените резултати следва да се нормализират в интервала от 0 до 1. Трудният елемент в този процес е как да се определят коефициентите изрзени чрез (2.28). Един възможен

подход за справяне с това е да се използва интегриран коефициент, съставен от опита на експертите през годините и целесъобразността на компетентността в областта на експертизата за конкретния проблем, както е обсъдено в (Borissova, 2018).

Трябва да се отбележи, че в предложения модел (2.27) – (2.29) всички твърди (технически знания) 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 твърдите 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

Така представените групи от твърди и меки умения в комбинация с предложения модел за групово вземане на решения могат да бъдат използвани за да се направи обща оценка на цялостното представяне на кандидатите за длъжността главен мениджър по дигитална трансформаци,.

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

В тази глава са описани резултатите от проведените числени експерименти с предложените математически модели, систематизирани както следва:

- Числено тестване на предложения интегриран подход за оценка на напредъка на дигиталната трансформация чрез използване на множество обективни и субективни показатели
- Числено тестване на предложения на предложен модел за оценка на дигиталната трансформация, базиран на групи от индикатори за оперативна и организационна готовност и бизнес стойност
- Тестване на предложените модели, подпомагащи работата на главния информацион мениджър в процеса на дигитална трансформация
- Числено тестване на предложения модел за групово вземане на решения при оценка и избор на кандидати за длъжността главен мениджър по дигитална трансформация

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 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.

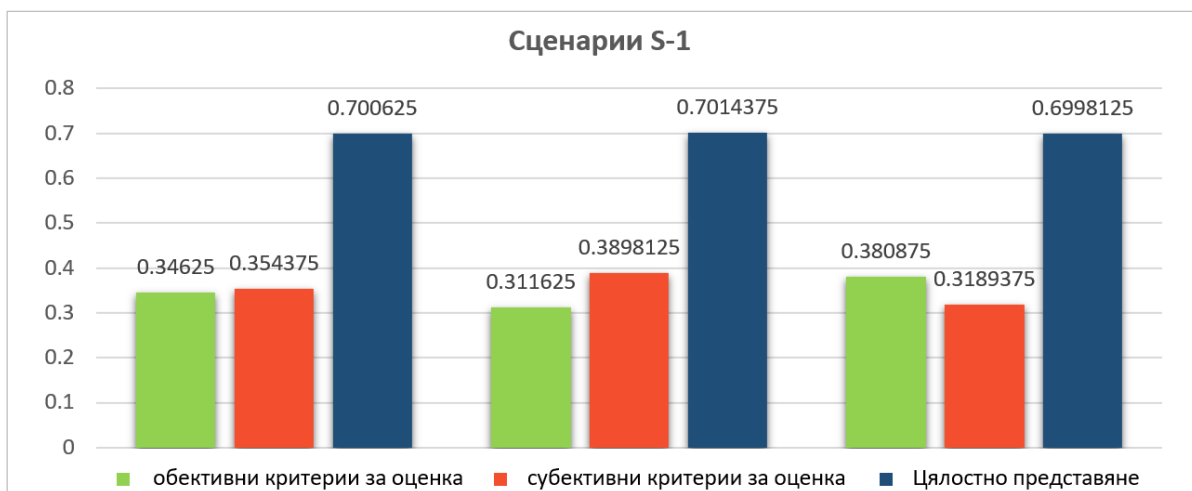
Таблица 3.1. Оценъчни точки и съответни тегла за обективни и субективни критерии.

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	IT 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

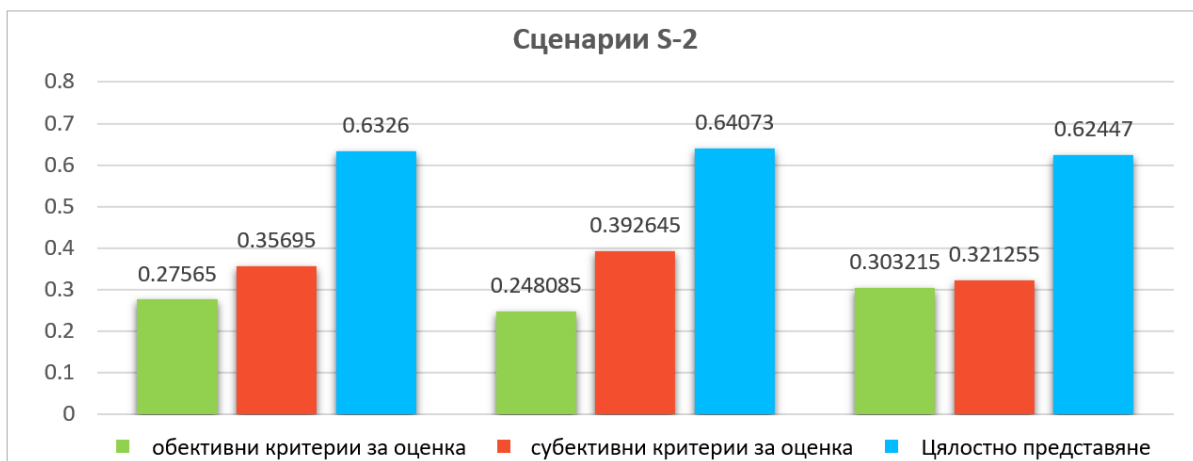
Резултатите от сценарий S-1, където всички обективни и субективни подкритерии се разглеждат с еднаква важност, се разглеждат допълнително различни 3 случая за важност между обективните и субективните показатели, както е показано на Фиг. 3.1.



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.

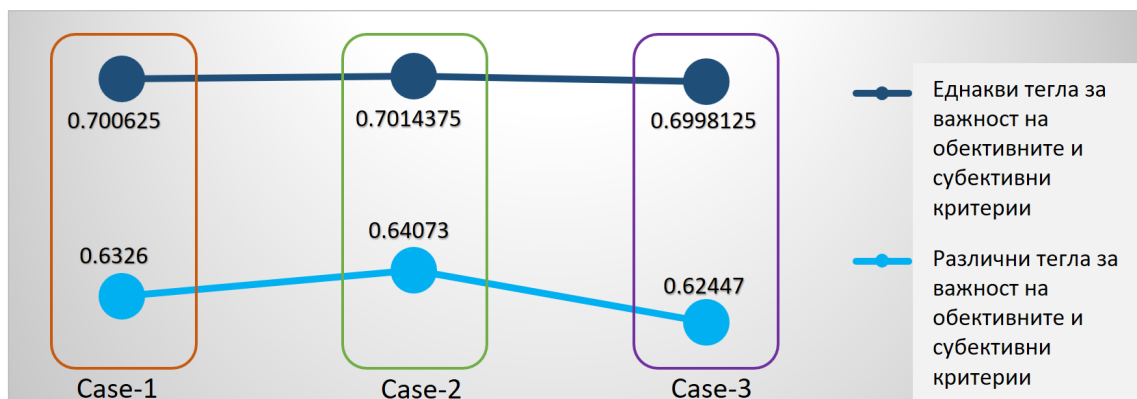
Резултатите от сценарий S-2, където подкритериите се разглеждат с различна важност и важността на обективните и субективните групи, разглеждани при 3 различни случая, са показани на Фиг. 3.2.



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 показано на Фиг. 3.3.



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

Като се вземат предвид обективните и субективните критерии с еднаква важност (Case-1) и за 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.

Независимо от разнообразието от модели, които могат да се използват, ядрото на тези модели остава в правилното идентифициране на критериите за оценка. Интересно е да се определи напредъкът на дигитализацията на големи компании, където има всички позиции за ГИМ, ГМИС, ГТМ, ГМД. Тази интересна посока е планирана като бъдещо развитие на описания в настоящата статия подход. Заслужава да се отбележи, че използването на такъв подход не само ще допринесе за оценката на напредъка в цифровизацията, но и ще стимулира по-добрата икономическа устойчивост.

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. Отчитайки спецификата на описаните проблеми, е предложен многокритериален математически модел за оценка на напредъка на дигиталната трансформация. Приложимостта на предложения подход е числено тествана в случай на оценка на процеса на дигитализация на микрофирма. Резултатите доказват ефективността на предложения модел, както и пригодността на дефинираните две групи обективни и субективни критерии за оценка. Като бъдещо проучване се планира да се определи напредъкът на дигитализацията на големите компании и, ако е необходимо, да се добавят нови 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 беше помолен да предостави информация относно показателите за ефективност. Представените показатели се отнасят за микрокомпания. За решаване на многокритериалния модел (2.5) – (2.11) се използва методът на претеглената сума. Този метод е избран, защото е лесен за разбиране. Прилагането на този метод 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. Използването на такава нормализационна схема позволява получаване на безразмерни стойности в интервала между 0 и 1.

Минималните стойности за оперативна готовност (OpR^{min}), организационна готовност (OrR^{min}), и бизнес стойност (BV^{min}) се получават чрез решаване на задачи с един критерий за следствие, търсейки неговия минимум. Необходимо е да се решат аналогични задачи, за да се получат максималните стойности за оперативна готовност (OpR^{max}), организационна готовност (OrR^{max}), и бизнес стойност (BV^{max}). След като тези стойности са известни, трябва да се изпълни трансформационната целева функция (3.1), при ограничения (2.6) – (2.11).

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_j, 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

Трябва да се отбележи, че 3 от ключовите индикатори са дадени със стойност, равна на нула. Един от тях е „Брой цифрови точки“ от Оперативната готовност, а останалите две „Брой разкрити кибератаки“ и „Брой предотвратени успешни кибератаки“ са от Организационната готовност. Дори на този етап може да се предположи, че дигиталната трансформация на конкретната компания има значителни пропуски в сигурността.

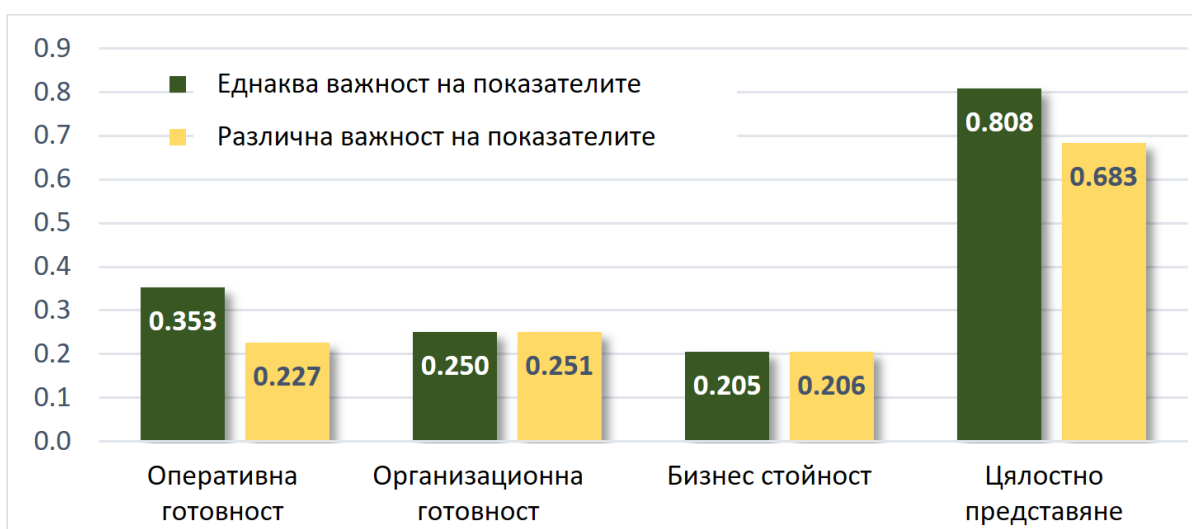
Два случая са симулирани за важността на индикаторите, означени като Случай-1 и Случай -2. Тези два сценария изразяват различни гледни точки по отношение на приоритизирането на индикаторите в рамките на 3-те групи (3 етапа). Нормализираните мерни единици за индикаторите са в интервала от 0 до 1, за да бъдат

съпоставими с претеглените коефициенти на важност на индикаторите съгласно ограниченията (2.9), (2.10) и (2.11).

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. Получените резултати са илюстрирани и обсъдени в следващия раздел.

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. 3.5. Сравнение на резултатите с използване на различни тегла за показатели за важност

От Фиг. 3.5 се вижда разликата в общото представяне при използване на различни претеглени коефициенти за индикаторите – стойност от 0,808 при еднаква важност на всички показатели и стойност от 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.

Предложеният математически модел може лесно да бъде модифициран чрез включване на допълнителни ключови индикатори или премахване на някои от тях. Няма ограничение за формиране на други групи от ключови индикатори за измерване на напредъка на дигиталната трансформация. Освен това е възможно да се оцени текущото състояние на дигиталната трансформация по отношение само на една от групите индикатори (1) Оперативна готовност, (2) Организационна готовност или (3) Стойност на бизнеса. Освен формирането на различен набор от ключови индикатори за различните етапи е възможно също да се използват различни подходи за моделиране. Например модели с един критерий или модели, базирани на групово вземане на решения, при които се вземат предвид мненията на много лица, вземащи решения.

Използвайки такива видове 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.

Проблемите, свързани с дигиталната трансформация, могат да се разглеждат като съставна част от 3 основни етапа, а именно (1) Оперативна готовност, (2) Организационна готовност и (3) Бизнес стойност. За целта е удачно да се дефинират подходящи измерими индикатори за оценка на изпълнението на всеки етап. Тези групи измерими индикатори могат да се използват за формулиране на многокритериален модел за оценка на състоянието на дигиталната трансформация. Приложимостта на формулирания модел беше използвана за оценка на текущото състояние на дигитална

трансформация на микрокомпания. Резултатите доказват приложимостта на предложения модел като цяло. По-специално, резултатите показват някои пропуски в оперативната готовност и организационната готовност, които компанията трябва да вземе предвид. Представеният модел може лесно да бъде модифициран чрез включване на допълнителни ключови индикатори или премахване на някои от тях. Този подход може да се приложи като уеб базиран инструмент за лесна и периодична проверка на състоянието на дигиталната трансформация.

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 главния информацион мениджър в процеса на дигитална трансформация, съгласно описаното в т. 2.3 (Глава 2).

3.3.1. Изходни данни

В ерата на дигитализацията днес все по-често се налага използването на различни технологични и бизнес решения, позволяващи отдалечен достъп между членовете. Това се дължи на повишеното ниво на мрежова и информационна сигурност, включващо различни инструменти, включително и изкуствен интелект (Alhayani, et al., 2021). Идентифицирахме, че са необходими минимум три софтуерни платформи, за да мотивират хората да останат въщи и да продължат съвместната работа. Това са софтуерните продукти за видеоконферентна връзка, системите за управление на обучението (LMS) както и софтуерните продукти за управление на проекти (Project Management). Някои нови тенденции позволяват на дома да се превърне в пространство за предприемачество (Reuschke & Mason, 2020). Това включва различни софтуерни инструменти, които правят възможно дистанционното сътрудничество в реално време между екипи, разположени в различни географски региони (Oyekana et al., 2017). В контекста на отдалеченото сътрудничество, целта е да се определят три основни инструмента на отдалеченото сътрудничество, а именно видеоконферентна връзка, електронно обучение и инструменти за управление на проекти. Тези софтуерни

платформи за сътрудничество са приложими за бизнес компании, университети и изследователски организации.

Последните постижения в областта на ИКТ позволяват да се променят комуникационните модели с помощта на инструментите за видеоконферентна връзка (Julsrud et al., 2012). Използването на такива инструменти непрекъснато нараства в съвременната дигитална ера. Инструментите за видеоконферентна връзка са част от бизнес дейности, които позволяват установяване на силни връзки, осигуряващи достъпност, гъвкавост и яснота от възприятията на участниците. Тези инструменти поддържат ангажимента между бизнеса и доставчиците и клиентите и ускоряват иновациите в малки и средни предприятия (Hardwick & Anderson, 2019; Ghosh et al., 2021). Сред съществуващите платформи за видеоконференции е определено ограничено множество от тях. Основните параметри на тези инструменти за видеоконферентна връзка, 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	Lifesize
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

Сред проучените безплатни инструменти за видеоконферентни връзки, най-критичните критерии за този тип инструменти се оказва броят на участниците и продължителността на срещите. Например, някои от тях осигуряват до 100 потребители като Zoom и Webex, но Google Hangouts, UMeetin и Lifesize побират не повече от 25 потребители. Съществуват и големи разлики във времевата продължителност на срещите между дадените инструменти – от 30 минути до 24 часа. Някои допълнителни параметри като HD видео, HD аудио, споделяне на екрана, групов чат и видеозапис могат да допринесат

за ефективността на срещите. Някои от тези параметри не се поддържат в безплатните версии и това прави избора на подходящ инструмент за видеоконференции сложен, включително различни количествени и качествени критерии за оценка.

Системите за управление на обучението (LMS) са приложими в областта на образованието и бизнес обучението поради многобройните си предимства (Chtouka et al., 2019). Подобряването на ефективността на онлайн курсовете може да се възползва от подкрепата за персонализирано обучение (Yoshinov et al., 2016). Това включва и интегриране на елементи на геймификация в средата за електронно обучение (De la Pena et al., 2021). Интерактивната мултимедийна система за електронно обучение трябва да позволява персонализиране, за да отразява различни аспекти на проблемите на обучението и тренировъчни курсове (Borissova & Mustakerov, 2009). Необходимо е и използването на подходяща система за проверка на придобитите знания и умения. За генериране на електронни тестове могат да се използват някои аспекти на интелигентността, включващи елементи на геймификация (Petrova & Kostadinova, 2020; Kostadinova et al., 2019).

В областта на бизнеса, LMS са свързани с различни курсове за обучение, включително образование и обучение по киберсигурност (Beuran et al., 2019; Shalamanov, 2019; Tagarev, 2020). Последните версии на LMS с мобилни приложения са друго обстоятелство, което допринася за повишаване на мотивацията на студентите. 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	--	--	--
Мобилно 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

Всички изследвани LMS са съвместими с Linux, Mac и Windows платформи и се поддържат от браузъри като Apple Safari, Google Chrome, Internet Explorer и Mozilla Firefox. Параметрите, свързани с поддържаните стандарти, са SCORM 1.2/2004 и xAPI. Параметрите, отнасящи се до внедряването, са свързани с мобилно приложение, самостоятелно хоствана, облачно базирана, самостоятелно хоствана система и SaaS/облак. Трябва да се отбележи, че облаците позволяват по-добра адаптация към новото нормално. Параметрите WordPress и календар са насочени към възможността за интегриране на допълнителни полезни приложения за визуализация на учебното съдържание.

Софтуерът за управление на проекти (PM) предоставя гъвкаво решение чрез комбиниране на различни набори от инструменти, като по този начин помага за постигане на целите чрез управление на проектни дейности, време, ресурси и разходи. Практиките за управление на проекти са разнообразни, както и проектите, които включват различни партньори като бизнес и изследователски организации. Следователно, най-добрите практики трябва да бъдат направени, като се следват конкретните характеристики на проекта и партньорите, за да се подобри изпълнението (Barbosa et al., 2020). Инструментът за управление на проекти може да приоритизира процесите и проследяването на напредъка, което допринася за правилното разпределение на ресурсите (Kreuzer et al., 2020).

Сътрудничеството между членовете на екипа на проекта позволява споделяне на файлове и знания, като по този начин подобрява по-доброто планиране на проекта. При наличие на множество алтернативи, набор от базови графици във фазата на планиране на проекта може да се използва за симулиране на различни видове смущения (Burgelman & Vanhoucke, 2020). Основните параметри на предварително дефиниран набор от PM са показани 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 сътрудници	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 РМ могат да бъдат внедрени и реализирани като софтуер като услуга (SaaS), включително интерфейс за мобилно приложение. С изключение на ограничението за съхранение, сътрудници и чат, останалите параметри варират – да присъстват или не за всички изследвани алтернативи (Таблица 3.4).

3.3.2. Резултати от числено тестване

Входните данни от Таблица 3.2, Таблица 3.3 и Таблица 3.4 са използвани за сравняване на резултатите от приложимостта на предложените два модела за групово вземане на решения при избора на софтуерни инструменти за дистанционно сътрудничество. Тези софтуерни инструменти се оценяват от сформирана група, която включва ГИМ (Е-1), IT (Е-2) и експерт от екип за цифрови услуги (Е-3). Оценката на VCT, LMS и РМ се извършва чрез използване на едни и същи критерии за оценка и за двата модела и чрез използване на едни и същи претеглени коефициенти, които изразяват относителната важност между критериите за оценка на алтернативите.

За да вземе групово решение, всеки експерт трябва да определи съответните претеглени коефициенти, които изразяват относителната важност между критериите (параметрите) за оценка на инструментите за видеоконферентна връзка. Тези претеглени коефициенти са дадени в първите 3 реда на Таблица 3.5, докато останалите редове съдържат оценките за оценка за всяка алтернатива на критериите за оценка.

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	Споделя не 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
E-1	0.2	0.08	0.07	0.13	0.05	0.15	0.32
E-2	0.1	0.13	0.18	0.15	0.07	0.15	0.22
E-3	0.13	0.1	0.2	0.19	0.1	0.08	0.2
A-1	0.78	0.91	0.93	0.98	0.79	0.69	0.19
A-2	0.65	0.12	0.15	0.92	0.21	0.70	0.08
A-3	0.50	0.89	0.12	0.95	0.81	0.66	0.97
A-4	0.25	0.11	0.19	0.90	0.73	0.62	0.94
A-5	0.25	0.09	0.07	0.02	0.31	0.11	0.06
A-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, където 1 означава наличие на характеристика и 0 в противоположната ситуация (Borissova et al., 2020).

Поддържаният 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 относителната важност между критериите, определени от членовете на групата, заедно с точките за оценка на алтернативите по отношение на критериите за оценка на 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	Самостоятелно хоствано на облак	Самостоятелна 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

За първия моделиращ подход (2.12) – (2.14) нормализирането е просто и се използва 0 за отсъствие и 1 за наличие на съответната характеристика на LMS.

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

Таблица 3.7. Теглови коефициенти за критериите и оценки на алтернативата отнасящи се за PM 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

За първия моделиращ подход (2.12) – (2.14), нормализирането също е в диапазона между 0 и 1 и изразява наличието или не на параметри, с изключение на параметрите за лимита на сътрудниците и лимита за съхранение. Ограничението за неограничен брой сътрудници се счита за равно на 1, докато максималното ограничение за съхранение (5 GB) приема стойност 1, а останалите се изчисляват пропорционално.

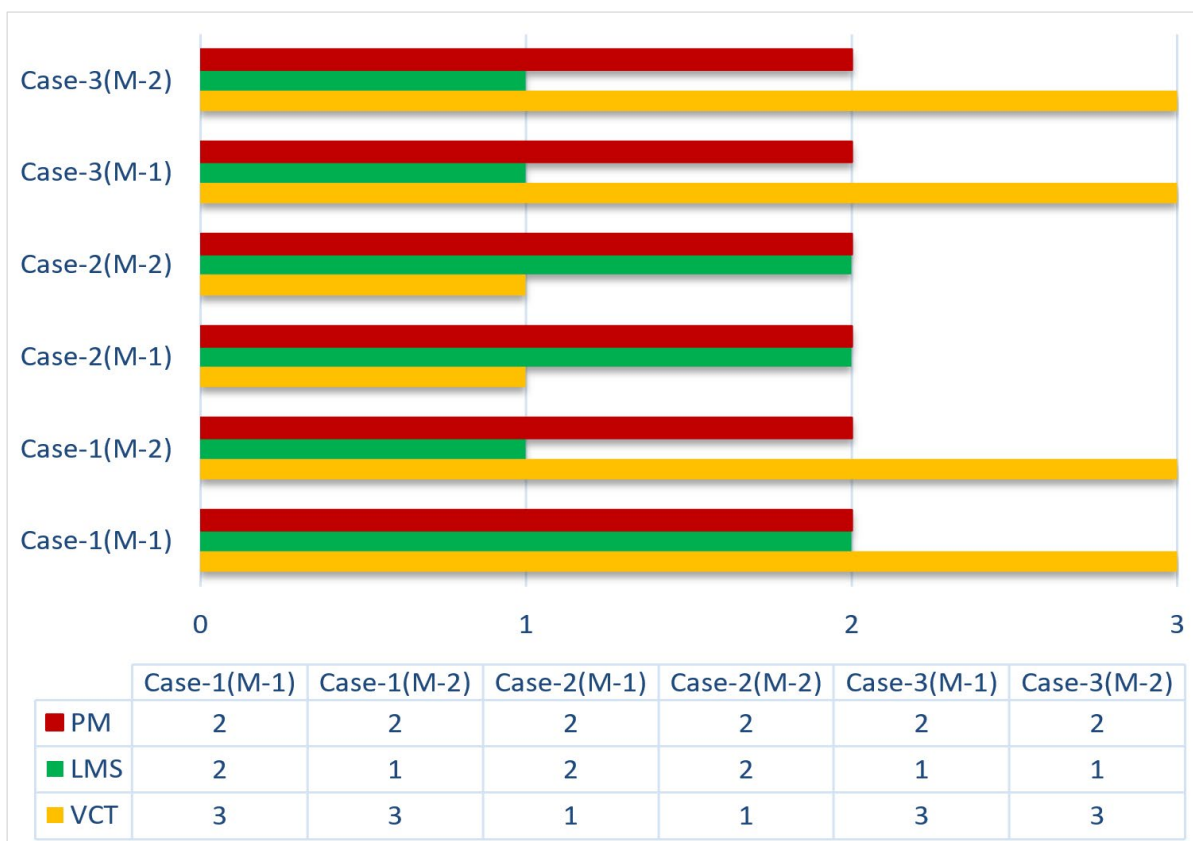
Получените резултати за избраната комбинация от VCT, LMS и PM чрез използване на двата подхода заедно с коефициентите за значимост на мненията на експертите при три сценария са показани в Таблица 3.8.

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. 3.4.



Фиг. 3.4. Сравнение на резултатите от два модела за групово вземане на решения

Когато всички експерти участват с еднаква важност (Случай-1) за формиране на окончателното групово решение, изборът на VCT е еднакъв и за двата математически модела. В Случай -1 изборът на PM също определя идентични резултати и решенията от двата модела препоръчват избор на алтернативата A-2 (Bitrix24). Определянето на най-подходящия LMS чрез два модела показва различни решения за Случай -1 (Фиг. 3.4).

Използването на модел M-1, който е подходящ за бърза оценка чрез групово вземане на решения, определя като предпочитана алтернатива A-2 (Chamilo) за LMS. За разлика от модела M-1, моделът M-2 е по-прецизно формулиран модел за групово вземане на решения за оценка и избор чрез комбинаторна оптимизация. Полученото решение с помощта на модел M-2 за Случай -1 определя като най-предпочитана алтернатива за избор A-1 (Moodle) за LMS. Тази разлика се дължи на по-информираните оценки, базирани не само на наличието или не на функционалните характеристики, но

включващи оценката за ефективността на тяхната конкретна алтернатива спрямо дадени критерии.

В Случай-2 и Случай-3, където становищата на експертите се разглеждат с различно значение при окончателното групово решение, и двата модела показват идентични резултати. Като се има предвид значението на експертите, изразено от Case-2, избраната алтернатива за VCT е A-1 (Zoom), за LMS решението е да се избере алтернатива A-2 (Chamilo), а за PM алтернатива A-2 (Bitrix24). В Case-3, който представлява друга комбинация от важност на мнението на експертите, изборът на софтуерни инструменти за сътрудничество е както следва: за VCT да се избере алтернатива A-3 (Skype), за LMS – алтернатива A-1 (Moodle) и за PM – алтернатива A-2 (Bitrix24).

Емпиричното сравнение на резултатите от описаните два различни подхода за моделиране на групово вземане на решения показва тяхната приложимост за избор на инструменти за сътрудничество за дистанционна работа. 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. Предимствата на този модел са възможността да се вземат предвид не само коефициентите за относителна важност между критериите за оценка (софтуерни параметри), но и да се вземат предвид претеглените коефициенти, използвани за диференциране на значимостта на мнението на експертите.

Вторият подход за моделиране (2.15) – (2.25) изисква повече внимание за оценка по отношение на някаква скала, за да се получи съответният резултат, който изразява 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. Това се дължи на използваните двоични целочислени променливи, които правят възможен избор на един представителен елемент от различни софтуерни инструменти.

Въпреки разликата между описаните подходи, и двата могат да бъдат успешно приложени за групово вземане на решения. Това се доказва от получените числени резултати, илюстрирани на Фиг. 3.4, където решението за избор на VCT, LMS и PM е

идентично в Случай-2 и Случай-3, докато Случай-1 се различава в избора само в MLS. 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 вземане на решения.

Трябва да се отбележат някои съществени елементи и на двата модела, а именно броят и квалификацията на експертите, както и значението на техните мнения при формиране на крайното групово решение. Всичко това е възможно само с активната роля на ГИМ в организирането на процеса на вземане на решения. Ето защо ГИМ играе важна роля в организацията, особено в предоставянето на разнообразие от ефективни решения, които допринасят за удовлетвореността на мениджърите и служителите. От друга страна, това ще осигури необходимата пазарна гъвкавост и ще доведе до по-добра икономическа устойчивост.

След избора на необходимите софтуерни инструменти за съвместна отдалечена работа е необходимо да се определи начинът им на внедряване (самостоятелно хостван, облачно базиран, SaaS и т.н.) и достъп. За тази цел трябва внимателно да се обмислят наличните точки за достъп и конфигурацията на съществуващата безжична мрежа, за да се избегнат допълнителни разходи и от друга страна да не се увеличи радиочестотното замърсяване от тези устройства, които имат отрицателен ефект върху човешкото тяло.

Ролята на ГИМ става все по-важна поради продължаващата дигитална трансформация и е изключително необходима предвид настоящата пандемична ситуация и изискванията за работа в домашния офис. За да стане възможно подобно дистанционно сътрудничество, трябва да се изберат подходящите софтуерни инструменти. В подобна ситуация ГИМ трябва да може да предостави подходящи математически модели за вземане на разумни решения. За тези цели настоящата статия се занимава с емпирично сравнение между два моделиращи подхода за групово вземане на решения. Първата от тях има за цел да направи бърза оценка и селекция въз основа на наличието или липсата на параметри на елементите (софтуерните инструменти), от които трябва да се направи селекция. Вторият подход за моделиране включва също оценка, изразена чрез съответния резултат (от дадена скала) и изисква

формулирането на по-сложна оптимизационна задача и отнема повече време в сравнение с първия подход за моделиране.

Проведените числени експерименти показаха, че и двата описани подхода могат да бъдат приложени за целите на ГИМ за избор на различни софтуерни инструменти. И в двата математически модела с различно значение могат да участват мненията на експертите, които формират група. Тази характеристика е важна при формирането на окончателното групово решение, където гледните точки на различни експерти относно важността на критериите за оценка могат да бъдат интегрирани с различни тегла. Предимството на втория модел е възможността за едновременен избор на няколко софтуерни инструмента.

Предложените два математически модела могат да се използват за други подобни проблеми. Например проблемите с оценката и избора на ИТ хардуер или инфраструктурно оборудване. ГИМ трябва да определи подходяща група от експерти, квалифицирани в областта на ИТ оборудването. Това ще даде по-прозрачно решение на изпълнителните мениджъри относно конкретния подбор, при което крайното решение ще се основава на мнения на различни експерти. По този начин е възможно да се постигне по-добра икономическа устойчивост.

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 ГМД, описан в Галав 2 т. 2.4 е тестван числено и резултате са описани в настоящия раздел. За целта са използвани критериите за оценка, показани в Таблица 2.3 отнасящи се до твърдите и меките умения на кандидатите. Сформираната група за вземане на решение относно избор на лице за позицията ГМД 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. Например, твърдите умения могат да бъдат оценени чрез преминаване на подходящи тестове, които ще дадат информация за технологичната осведоменост и разбирането на цифровите структури и продукти. 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 сформираната 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 е извършена по скала от 0 до 100, като по-голямата стойност означава по-добро представяне. След това получените резултати са нормализирани за да се получат стойности в диапазона от 0 до 1, с цел използване на една и съща скала с останалите коефициенти. Нормализираните 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 умения	Кандидати					Тегла за важност на 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

След като резултатите за твърдите умения и техните коефициенти на важност са известни, следващата стъпка е да се оцени меките умения. 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 важност на 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.

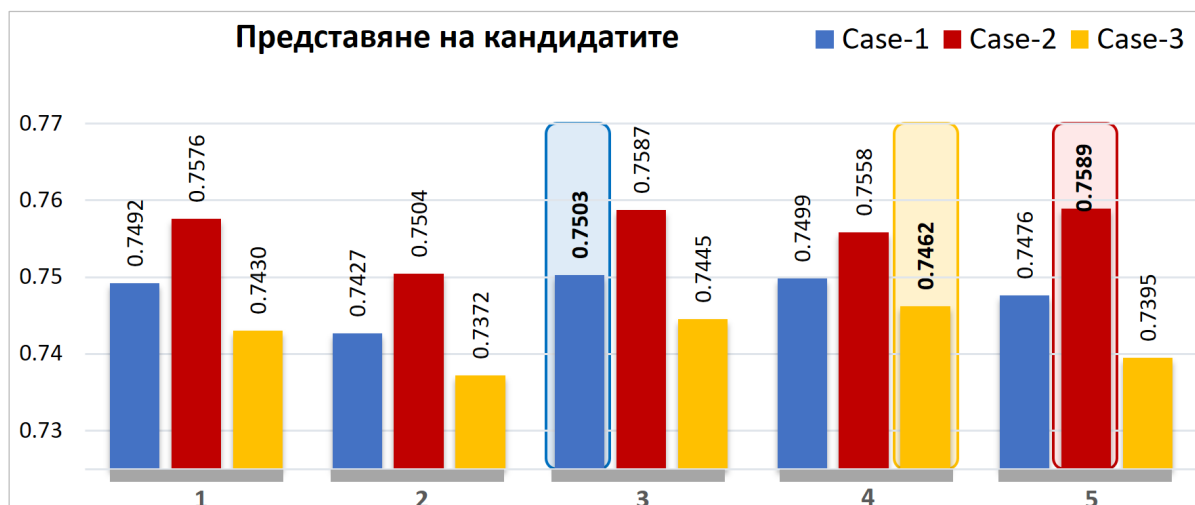
Таблица 3.12. Различни случаи за комбиниране на експертните мнения

Случаи	Тежест за важността на мнението 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

Първият сценарий, изразен от Случай-1, разглежда всички експерти в групата с еднаква важност, докато следващите два сценария вземат предвид мненията на експерти с различна важност. Вторият сценарий (Случай-2) изразява ситуацията, при която експертът Е-3 се счита за най-квалифициран и следователно неговото мнение се разглежда като най-важно, следвано от Е-2 и Е-1. При третия сценарий (Случай-3) експертът Е-1 е най-важен и неговото мнение е много ценно, следван от Е-2 и Е-3. Входните данни от Таблица 3.10, Таблица 3.11 и Таблица 3.12 се използват за решаване на няколко задачи въз основа на предложения модел (2.27) – (2.29). Получените резултати са илюстрирани и обсъдени в следващия раздел.

3.4.2. Анализ на резултатите и дискусия

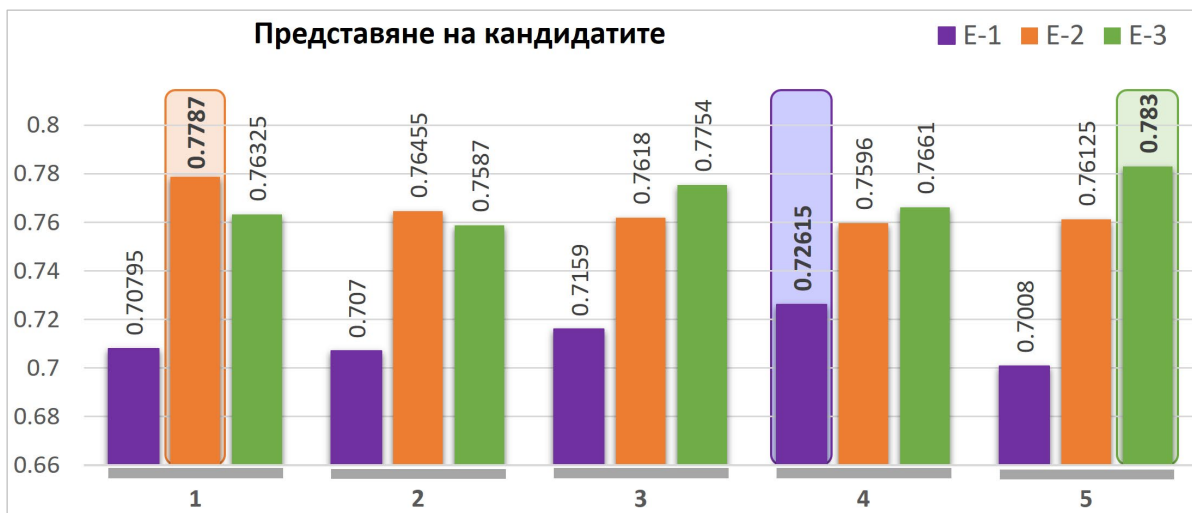
Резултатите за симулираните 3 случая относно важността на мненията на експертите относно комбинацията от технически и меки умения са показани на Фиг. 3.6.



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. Той има най-високата стойност от 0.7503 за своето общо представяне в сравнение с останалите. При симулиране на ситуацията при 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. В този случай получената най-висока стойност е 0.7589. Като се вземе предвид 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. По този начин е възможно да се симулират различни сценарии за избор на най-подходящия човек, като се вземат предвид различни технически и меки умения, оценени от група експерти.

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.



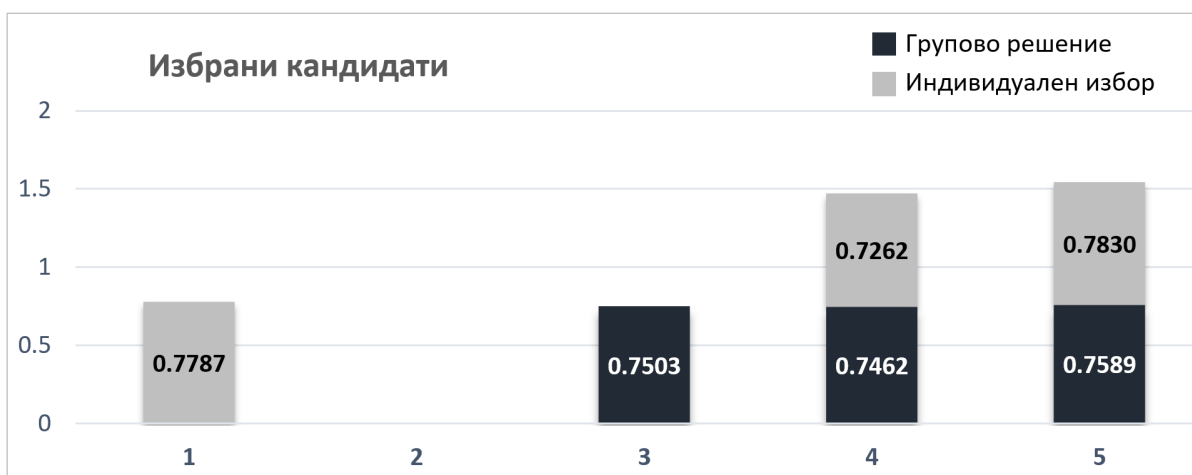
Фиг. 3.7. Сравнение между индивидуалния избор за позицията ГМД

От Фиг. 3.7 може да се установи, че експерт Е-1 е избрал кандидата #4 (с общ резултат 0.72615) като най-добър за позицията ГМД. Експерт Е-2 определя #1 като най-добър кандидат с оценка 0.7787. Според гледната точка на експерт Е-3, най-добрият кандидат

е под #5 с оценка 0.783. Може да се види, че различните експерти имат различни предпочитания относно най-добрия кандидат за ГМД.

Използването на претеглени коефициенти върху мненията на експертите може да смекчи този дисбаланс в предпочитанията на всеки от експертите при формиране на крайното групово решение. Тези тегловни коефициенти могат да бъдат определени с помощта на допълнителни критерии като предишен опит, опит в конкретната област и т.н. В настоящия експеримент те се третират като предварително известни.

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.

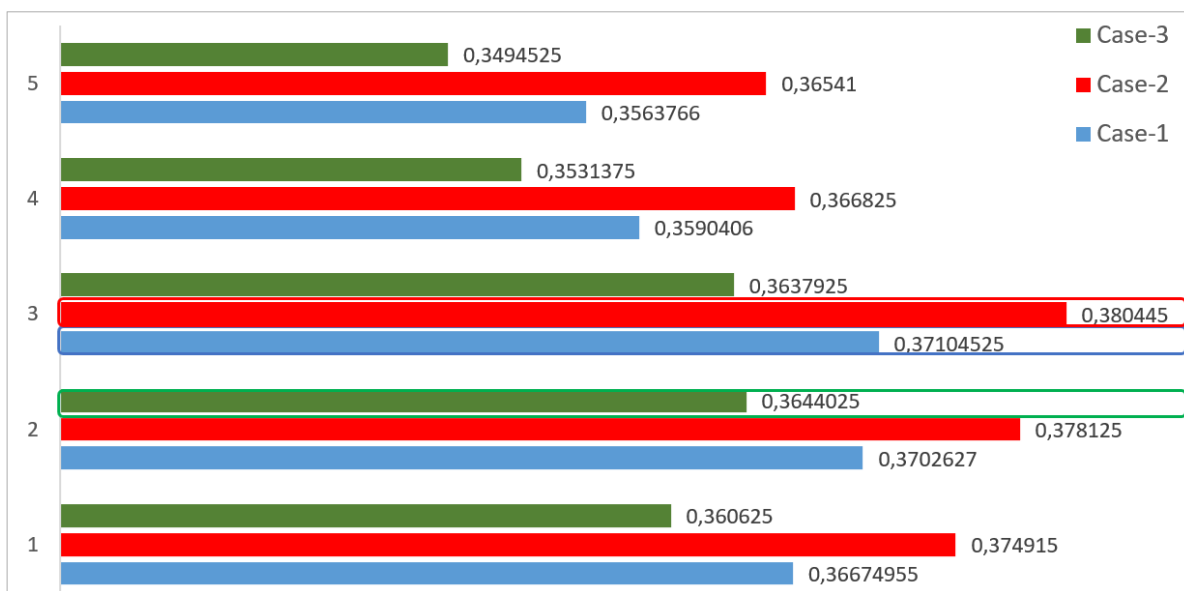


Фиг. 3.8. Сравнение между груповите решения и индивидуалните избори за позицията ГМД според различните експерти

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 Е-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.

Интересно е да се види какво е представянето на отделните кандидати разгледвайки по отделно само твърдите и респективно само меките уменията.

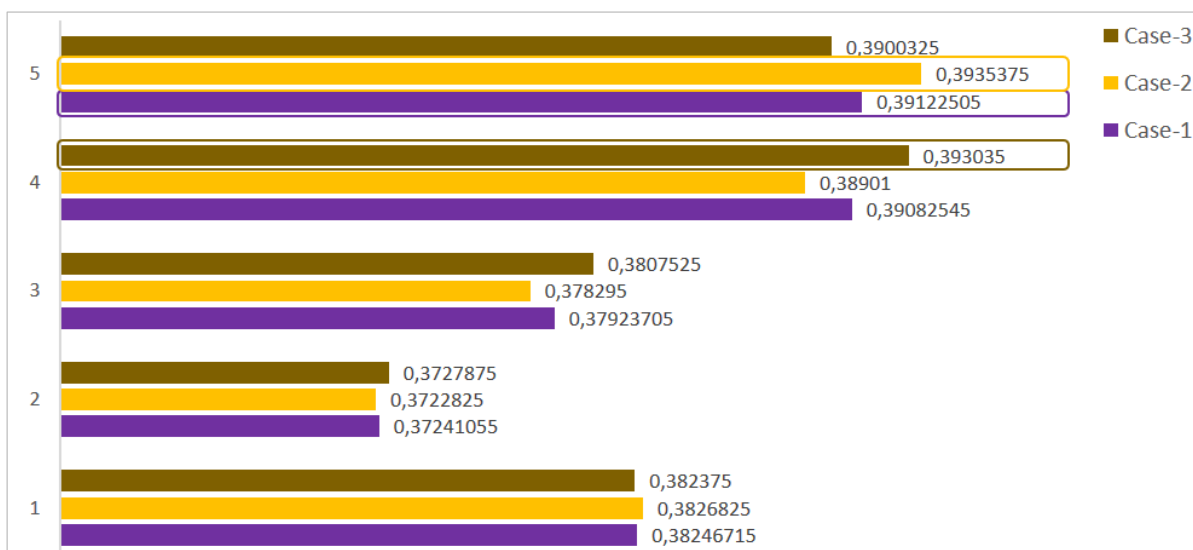
На Фиг. 3.9 е показано представянето на кандидатите като се вземат предвид само твърдите знания:



Фиг. 3.9. Представяне на кандидатите отчитайки само твърдите знания

Вижда се, че при за Case-1 и Case-2 кандидат #3 има най-добро представяне относно твърдите знания със обща стойност от 0.371 за Case-1 и 0.3804 за Case-2. При Case-3, най-добрият кандидат с твърди знания е кандидат #2 със стойност 0.3644.

Класирането на кандидатите само по показателите, касаещи меките умения на кандидатите е представено на Фиг. 3.10.



Фиг. 3.10. Представяне на кандидатите само по меките умения

От Фиг. 3.10 може да се установи, при за Case-1 и Case-2 кандидат #5 има най-добро представяне относно меките умения със стойност 0.39122505 за Case-1 и 0.3935375 за Case-2. При Case-3, най-добрият кандидат с меките умения е кандидат #4 със стойност 0.393035.

Интегрирането на такива разнородни данни може да се приложи и в други области на приложение, където е необходимо да се вземе предвид информация от различни източници, за да се формира общо решение. Например данни от различни сензори за множество измервателни променливи за създаване на изчерпателна информация за състоянието и данни за състоянието на околната среда или текущото местоположение и т.н.

Предложеният модел за групово вземане на решения може лесно да бъде модифициран чрез добавяне или намаляване на някои от критериите за оценка, тъй като те не са строго разделени в матрицата за вземане на решения (1). 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.

Въпросите, касаещи дигиталната трансформация са тясно свързани с избора на мениджър по дигиталната трансформация (Chief Digital Officer). Поради това, неговите основни отговорности и задачи трябва ясно да бъдат дефинирани за всяка фирма/организация. Въз основа на тези отговорности и задачи е необходимо да се идентифицират необходимите технически и меки умения. Отчитайки спецификата на конкретния проблем може да се формулира многоатрибутен групов модел за вземане на решения за определяне на най-предпочитания кандидат за длъжността ГМД. Приложимостта на предложения подход е числено тествана при наличието на 5 кандидати, които са оценявани от група с 3-ма експерти. Симулираните три различни сценария са използвани, за да се изследва влиянието на важността на мненията на експертите върху крайното групово решение. Получените резултати демонстрират приложимостта на предложения моделиращ подход. Бъдещите изследвания са свързани с прилагането на този подход в уеб базирано приложение.

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. Товзи процес на трансформиране на бизнеса в дигиталната ера изразява същността на дигиталната трансформация. Произтичащите от нея иновации и модификации на бизнес моделите промениха 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 информацион 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.

Чрез числено тестване на формулираните модели за подпомагане вземането на мотивирани решения, отчитайки реални проблеми, е доказана тяхната практическа приложимост.

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, свързани с различни етапи и проблеми, които възникват при дигиталната трансформация.

Получените резултати, описани в настоящия дисертационен труд са докладвани на 3 международни конференции. Тези резултати са отразени в общо 4 научни публикации, като 1 от тях е приета за печат. Останилите 3 са публикувани в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация – Web of Science и Scopus.

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 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 представлява разновидност на класическия SAW модел, като вместо оценки за критериите, се използват нормализираните стойности на параметрите. Чрез втория модел едновременно се определя най-доброто групово решение, представляващо комбинация от 3-те 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 (SJ_R=0.2 Q4)

Print ISBN: 978-3-031-48857-3; Online ISBN: 978-3-031-48858-0

2. 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), Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05760-1_37. (SJ_R=0.347 Q3)

Print ISBN: 978-3-031-05759-5; Online ISBN: 978-3-031-05760-1

3. 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. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10539-5_7. (SJ_R=0.32 Q2)

Print ISBN: 978-3-031-10538-8; Online ISBN: 978-3-031-10539-5

Проект 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) Paul, Fynn-Hendrik; Brink, Henning; Kälberloh, Nele; Khanin, Mikhail; Leisurs, Paula; Oldenburger, Michael; and Wachsmann, Pascal, "Competences for Digital Transformation in Organizations: A Literature Review and Expert Survey" (2024). ECIS 2024 Proceedings. 15. 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>.

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:

/Найден Найденов/

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Albukhitan, S.: Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia Computer Science*, vol. 170, pp. 664-671 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.173>.
2. Alhayani, B., Mohammed, H.J., Chaloob, I.Z., Ahmed, J.S.: Effectiveness of artificial intelligence techniques against cyber security risks apply of IT industry. *Mater. Today: Proc.* (2021), <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.531>
3. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A.D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., Zaharia, M.: A view of cloud computing. *Commun. ACM* vol. 53(4), pp. 50-58 (2010), <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>.
4. Aruldoss, M., Lakshmi, M.T., Venkatesan, V.P.: A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, vol. 1, pp. 31-43 (2013), <https://pubs.sciepub.com/ajis/1/1/5/>.
5. Baizyl dayeva, U., Vlasov, O., Kuandykov, 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>.
6. Barbosa, A.P.F.P.L., et al.: Configurations of project management practices to enhance the performance of open innovation R&D projects. *International Journal of Project Management*, vol. 39(2), pp. 128-138 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.06.005>
7. Belton, V., Stewart, T. J.: *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers, (2002), <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>.
8. Berbel-Vera, J., Palanca, M.B., Gonzalez-Sanchez, M.B.: Key ГМД functions for successful digital transformation: Insights from a Delphi study. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 181, 121773 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121773>.
9. Beuran, R., Tang, D., Tan, Z., Hasegawa, S., Tan, Y., Shinoda, Y.: Supporting cybersecurity education and training via LMS integration: CyLMS. *Education and Information Technologies*, vol. 24(6), pp. 3619–3643, (2019) <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09942-y>.
10. 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>.
11. 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).
12. 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.

13. Borissova, D., Dimitrova, Z., Dimitrov, V.: How to support teams to be remote and productive: Group decision-making for distance collaboration software tools. *Information & Security: An International Journal*, vol. 46(1), pp. 36-52 (2020), <https://doi.org/10.11610/isij.4603>,
14. 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.
15. Borissova, D., Keremedchieva, N.: Decision support approach in evaluating the parameters of books for digital manufacturing. In: Rocha, A., Ferras, C., Mendez Porras, A., Jimenez Delgado, E. (eds) *Information Technology and Systems. ICITS 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 414, pp. 165-174 (2022), https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_16.
16. Borissova, D., Ktorsemov, 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.
17. Borissova, D., Mustakerov, I., Korsemov, D.: Business intelligence system via group decision making. *Cybernetics and Information Technologies*, vol. 16(3), pp. 219-229 (2016), <https://doi.org/10.1515/cait-2016-0045>
18. Borissova, D., Mustakerov, I.: A framework of multimedia e-learning design for engineering training. In: Spaniol, M., Li, Q., Klamma, R., Lau, R.W.H. (eds) *Advances in Web Based Learning – ICWL 2009. ICWL 2009. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5686, pp. 88-97 (2009), https://doi.org/10.1007/978-3-642-03426-8_11
19. 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
20. Borissova, D.: A group decision making model considering experts competency: An Application in personnel selections. *Comptes rendus de l'Academie Bulgare des Sciences* vol. 71(11), pp. 1520–1527 (2018) <http://dx.doi.org/10.7546/CRABS.2018.11.11>.
21. Borissova, D.: An Overview of Multi-criteria decision making models and software systems. In: Atanassov, K.T. (eds) *Research in Computer Science in the Bulgarian Academy of Sciences. Studies in Computational Intelligence*, vol. 934, pp. 305-32 (2021), https://doi.org/10.1007/978-3-030-72284-5_15.
22. Brans, J. P., Mareschal, B.: PROMETHEE Methods. In *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, pp. 163-195 (2005).
23. Brennen, S., Kreiss, D.: *Digitalization and Digitization. Culture Digitally*, (2016) <http://culturedigitally.org>.

24. Brink, H., Packmohr, S., Vogelsang, K.: Fields of action to advance the digital transformation of NPOs – Development of a framework. In: Buchmann, R.A., Polini, A., Johansson, B., Karagiannis, D. (eds) Perspectives in Business Informatics Research. BIR 2020. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 398, pp. 82-97 (2020), https://doi.org/10.1007/978-3-030-61140-8_6.
25. Broccardo, L., Zicari, A., Jabeen, F., Bhatti, Z.A.: How digitalization supports a sustainable business model: A literature review. Technological Forecasting and Social Change, vol. 187, 122146 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122146>
26. Brunetti, F., Matt, D.T., Bonfanti, A., De Longhi, A., Pedrini, G., Orzes, G.: Digital transformation challenges: strategies emerging from a multi-stakeholder approach. The TQM Journal, vol. 32(4), pp. 697-724 (2020), <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0309>.
27. Brynjolfsson, E., McAfee, A.: The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company, (2014).
28. Burchardt, C., Maisch, B.: Digitalization needs a cultural change – examples of applying agility and open innovation to drive the digital transformation, Procedia CIRP, vol. 84, pp. 112-117 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.05.009>.
29. Burgelman, J., Vanhoucke, M.: Project schedule performance under general mode implementation disruptions. European Journal of Operational Research, vol. 280(1), pp. 295-311 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.06.050>.
30. Calderon-Monge, E., Ribeiro-Soriano, D. The role of digitalization in business and management: a systematic literature review. Review of Managerial Science, vol. 18, pp. 449-491 (2024), <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00647-8>.
31. Carr, N.G.: IT Doesn't Matter. Harvard Business Review, vol. 81(5), pp. 41-49 (2003).
32. 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>.
33. Cearley, D., Burke, B., Smith, D., Jones, N., Chandrasekaran, A., Lu, CK., Karamouzis, F.: Top 10 strategic technology trends for 2020: A Gartner trend insight report. ID: G00467123, pp. 1-21 (2020).
34. 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>.
35. Chan, R.Y.K.: Do chief information officers matter for sustainable development? Impact of their regulatory focus on green information technology strategies and corporate performance. Business Strategy and the Environment, vol. 30(5), pp. 2523-2534 (2021) <https://doi.org/10.1002/bse.2761>.
36. Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S. F.: Fuzzy decision-making analysis in MCDM. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, (2014).

37. Chen, I. J., Popovich, K.: Understanding customer relationship management (CRM): People, process and technology. *Business Process Management Journal*, vol. 9(5), pp. 672-688 (2003), <https://doi.org/10.1108/14637150310496758>.
38. Christensen, C. M. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press, (1997).
39. Christofi, M.: The role of chief digital officer: Critical insights into an emerging field and road map for future research. *Journal of Business Research*, vol. 172, 114390 (2024), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114390>.
40. Christopher, M.: *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson UK, (2016).
41. 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*. LNBP, vol. 358, pp. 305-314 (2019), https://doi.org/10.1007/978-3-030-30874-2_24.
42. Cirillo, V., Fanti, L., Mina, A., Ricci, A.: The adoption of digital technologies: Investment, skills, work organization. *Structural Change and Economic Dynamics*, (2023), <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.04.011>.
43. Culasso, F., Gavurova, B., Crocco, E., Giacosa, E.: Empirical identification of the chief digital officer role: A latent Dirichlet allocation approach. *Journal of Business Research*, vol. 154, 113301 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113301>.
44. Davenport, T.H., Prusak, L.: *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business Press, (1998).
45. Davenport, T.H.: *Big Data at Work: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities*. Harvard Business Review Press, (2014), <https://doi.org/10.15358/9783800648153>.
46. Davenport, T.H.: *Process innovation: Reengineering work through information technology*. Harvard Business Review Press, (2013).
47. Dawson, G.S., Ho, M.-W., Kauffman, R.J.: How are c-suite executives different? A comparative empirical study of the survival of American chief information officers. *Decision Support Systems*, vol. 74, pp. 88-101 (2015), <https://doi.org/10.1016/j.dss.2015.03.005>.
48. De la Pena, D., Lizcano, D., Martinez-Alvarez, I.: Learning through play: gamification model in university-level distance learning. *Entertainment Computing*, vol. 39, 100430 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100430>.
49. 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>.
50. Dumeresque, D.: The chief digital officer: bringing a dynamic approach to digital business. *Strategic Direction*, vol. 30(1), pp. 1-3 (2014), <https://doi.org/10.1108/SD-12-2013-0104>.
51. Edwards, W.: *Utility theories: measurements and applications*. Kluwer Academic Publications, Boston, MA (1992).
52. Feliciano-Cestero, M.M., Ameen, N., Kotabe, M., Paul, J., Signoret, M.: Is digital transformation threatened? A systematic literature review of the faTTMs influencing firms' digital

- transformation and internationalization. *Journal of Business Research*, vol. 157, 113546 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113546>.
53. Figueira, J.R., Mousseau, V., Roy, B.: ELECTRE Methods. In: Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J. (eds) *Multiple Criteria Decision Analysis. International Series in Operations Research & Management Science*, vol. 233, pp. 155-185 (2016), https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_5.
54. Firk, S., Hanelt, A., Oehmichen, J., Wolff, M.: Chief digital officers: An analysis of the presence of a centralized digital transformation role. *Journal of Management Studies*, vol. 58, pp. 1800-1831 (2021), <https://doi.org/10.1111/joms.12718>.
55. 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.
56. Garrido-Moreno, A., Padilla-Meléndez, A.: Analyzing the impact of knowledge management on CRM success: The mediating effects of organizational faТМrs. *International Journal of Information Management*, vol. 31(5), pp. 437-444 (2011), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.01.002>.
57. Garvanov, I., Garvanova, M.: New approach for smart cities transport development based on the Internet of things concept. In: *Proc. of 17th Conf. on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA)*, pp. 1-6 (2021), <https://doi.org/10.1109/ELMA52514.2021.9503084>.
58. Garvanova, M., Garvanov, I., Kashukeev, I.: Business processes and the safety of stakeholders: Considering the electromagnetic pollution. In: B. Shishkov (Ed.), *Business Modeling and Software Design. BMSD 2020. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 391, pp. 290-298 (2020), https://doi.org/10.1007/978-3-030-24854-3_22.
59. Gebauer, H., Arzt, A., Kohtamäki, M., Lamprecht, C., Parida, V., Witell, L., Wortmann, F.: How to convert digital offerings into revenue enhancement – Conceptualizing business model dynamics through explorative case studies. *Industrial Marketing Management*, vol. 91, pp. 429-441 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.10.006>.
60. Gerth, A.B., Peppard, J.: The dynamics of CIO derailment: How CIOs come undone and how to avoid. *Business Horizons*, vol. 59, pp. 61-70 (2016), <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.09.001>.
61. 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>.
62. 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), <http://hdl.handle.net/10125/64494>.
63. Granlund, M., Malmi, T.: Moderate impact of ERPS on management accounting: A lag or permanent outcome?. *Management Accounting Research*, vol. 13(3), pp. 299-321 (2002), <https://doi.org/10.1006/mare.2002.0189>.

64. Guliashki, V., Kirilov, L.: A Promethee-based approach to multi-criteria flexible job shop scheduling problem. In: Dimitrov K. (ed.) International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST'2015, pp. 113–116 (2015).
65. Guliashki, V.G., Marinova, G.I.: Multi-objective flexible job shop scheduling optimization by means of Promethee I method. In: 14th Int. Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), pp. 228-231 (2019), <https://doi.org/10.1109/TELSIKS46999.2019.9002330>.
66. Hajduk, S.: Multi-criteria analysis in the decision-making approach for the linear ordering of urban transport based on TOPSIS technique. *Energies*, vol. 15(1), 274 (2022), <https://doi.org/10.3390/en15010274>.
67. Hammer, M., Champy, J.: *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. HarperBusiness, (2009).
68. 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>.
69. Hein-Pensel, F., Winkler, H., Brückner, A., Wölke, M., Jabs, I., Mayan, I.J., Kirschenbaum, A., Friedrich, J., Zinke-Wehlmann, Ch.: Maturity assessment for Industry 5.0: A review of existing maturity models, *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 66, pp. 200-210 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.12.009>.
70. 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>.
71. Hiatt, J.: *ADKAR: A Model for Change in Business, Government, and our Community*. Prosci Research, (2006).
72. Huang, M.-H., Rust, R.T.: Artificial Intelligence in Service. *Journal of Service Research*, vol. 21(2), pp. 155-172 (2018), <https://doi.org/10.1177/109467051775>.
73. Hubbard, D.W.: *The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It*. Wiley, (2009).
74. Hwang, C.L., Yoon, K.: *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer, (1981).
75. Ishizaka, A., Nemery, P.: *Multi-criteria decision analysis: Methods and software*. Wiley, (2013), <https://doi.org/10.1002/9781118644898>.
76. Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Ivanova, M., Werner, F. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart manufacturing industry 4.0. *International Journal of Production Research*, vol. 57(12), pp. 3975-3987 (2015), <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.999958>.
77. Jahan, S.: The impact of Applicant Tracking Systems (ATS) on recruitment process effectiveness. *Journal of Human Resources and Management Research*, vol. 4(1), pp. 17-28 (2014).

78. Jansen, S.J.T.: The Multi-attribute utility method. In: Jansen, S., Coolen, H., Goetgeluk, R. (eds) The Measurement and Analysis of Housing Preference and Choice. pp. 101-125, (2011) https://doi.org/10.1007/978-90-481-8894-9_5.
79. Jarvelainen, J.: Understanding the stakeholder roles in business continuity management practices – A study in public seГTMr. In: 53rd Hawaii International Conference on System Sciences, (2020) pp. 1966-1975, <http://hdl.handle.net/10125/63980>.
80. Jones, M. C., Kappelman, L., Pavur, R., Nguyen, Q. N., Johnson, V. L.: Pathways to being CIO: The role of background revisited. Information & Management, vol. 57(5), 103234 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103234>.
81. 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), <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.04.009>.
82. 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/>.
83. Kaplan, B., Truex, D. P., Wastell, D., Wood-Harper, A. T., DeGross, J. I. (Eds) Information systems research – Relevant theory and informed practice. IFIP Advances in information and communication technology. Springer International Publishing. 768 pages, (2004), <https://doi.org/10.1007/b115738>.
84. Kaplan, R.S., Norton, D.P.: The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business Review Press, (1996).
85. Keeney, R.L., Raiffa, H.: Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs. Cambridge University Press; Revised edition, 592 pages (1993).
86. Kerzner, H.: Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. John Wiley & Sons, 880 pages (2022).
87. Kianpour, M., Kowalski, S. J., Overby, H.: Advancing the concept of cybersecurity as a public good. Simulation Modelling Practice and Theory, vol. 116, 102493 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2022.102493>.
88. Kimberling, E.: Top digital transformation KPIs and performance measures. (2022), <https://www.thirdstage-consulting.com/top-digital-transformation-kpis-and-performance-measures/>.
89. Kirilov, L., Guliashki, V., Genova, K., Vassileva, M., Staykov, B.: Generalized scalarizing model GENS in DSS WebOptim. International Journal of Decision Support System Technology, vol. 5(3), pp. 1-11 (2013), <https://doi.org/10.4018/jdsst.2013070101>.
90. Kirilov, L., V. Guliashki, B. Staykov: Chapter 7: Web-Based Decision Support System for Solving Multiple-Objective Decision-Making Problems. Technological Innovations in Knowledge Management and Decision Support (Ed. Nilanjan Dey) (2021), <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9023-2.ch029>.

91. Konopik, J., Jahn, Ch., Schuster, T., Hoßbach, N., Pflaum, A.: Mastering the digital transformation through organizational capabilities: A conceptual framework. Digital Business 2(2), 100019 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2021.100019>.
92. Korsemov, D., Borissova, D., Mustakerov, I.: Group decision making for selection of supplier under public procurement. In: Kalajdziski, S., Ackovska, N. (eds) ICT Innovations 2018. Engineering and Life Sciences. ICT 2018. Communications in Computer and Information Science, vol. 940, pp 51-58, (2018), https://doi.org/10.1007/978-3-030-00825-3_5.
93. 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).
94. Kostadinova, I., Rasheva-Yordanova, K., Garvanova, M.: Analysis of algorithms for generating test questions in e-testing systems. In: 11th International Conference on Education and New Learning Technologies, EDULEARN, pp. 1714–1719 (2019). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.0498>.
95. Kotler, P., Keller, K.L.: Marketing Management. Pearson, 16th Edition, 832 pages (2021).
96. Kotter, J.P.: Leading Change. Harvard Business Review Press, (1996).
97. Kou, G., Chao, X., Peng, Y.: Data Envelopment Analysis in MCDM. European Journal of Operational Research, (2021).
98. Kreuzer, T., Roglinger, M., Rupprecht, L.: Customer-centric prioritization of process improvement projects. Decision Support Systems, vol. 133, 113286 (2020), <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2020.113286>.
99. Kumar, V., Reinartz, W.: Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools. Springer, (2018), <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55381-7>.
100. 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>.
101. Langemeyer, J., Gomez-Baggethun, E., Haase, D., Scheuer, S., Elmqvist, T.: Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). Environmental Science & Policy, vol. 62, pp. 45-56 (2016), <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.02.013>.
102. Lee, Ch.-H., Liu, Ch.-L., Trappey, A. J.C., Mo, J. P.T., Desouza, K. C.: Understanding digital transformation in advanced manufacturing and engineering: A bibliometric analysis, topic modeling and research trend discovery. Advanced Engineering Informatics, vol. 50, 101428 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101428>.
103. Levovnik, D., Gerbec, M.: Operational readiness for the integrated management of changes in the industrial organizations – Assessment approach and results. Safety Science, vol. 107, pp. 119-129 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.006>.
104. Li, W., S.-Y. Phang, K. W. (Stanley) Choi, Sh. Y. Ho.: The strategic role of CIOs in IT controls: IT control weaknesses and CIO turnover. Information & Management, vol. 58(6), 103429 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103429>.

105. Li, X., Zhang, L., Cao, J.: Research on the mechanism of sustainable business model innovation driven by the digital platform ecosystem. *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 68, 101738 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2023.101738>.
106. Li, Y., Tan, Ch.-H.: Matching business strategy and CIO characteristics: The impact on organizational performance. *Journal of Business Research*, vol. 66(2), pp. 248-259 (2013), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.07.017>.
107. Marler, R.T., Arora, J.S.: Survey of multi-objective optimization methods for engineering. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, vol. 26, pp. 369-395 (2004), <https://doi.org/10.1007/s00158-003-0368-6>.
108. Marler, R.T., Arora, J.S.: The weighted sum method for multi-objective optimization: new insights. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, vol. 41, pp. 853-862 (2010), <https://doi.org/10.1007/s00158-009-0460-7>.
109. Marx, S., Flynn, S., Kylanen, M.: Digital transformation in tourism: Modes for continuing professional development in a virtual community of practice. *Project Leadership and Society*, vol. 2, 100034 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.plas.2021.100034>.
110. McAfee, A., Brynjolfsson, E.: Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*, vol. 90(10), pp. 60-68 (2012).
111. McAfee, A., Brynjolfsson, E.: Investing in the IT that makes a competitive difference. *Harvard Business Review*, vol. 86(7/8), pp. 98 (2008).
112. McKinsey Global Institute. Digital globalization: The new era of global flows, (2017).
113. Mehta, N., Mehta, A., Hassan, Y., Buttner, H., RoyChowdhury, S.: Choices in ГМД appointment and firm performance: Moving towards a stakeholder-based approach. *Journal of Business Research*, vol. 134, pp. 233-251 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.016>.
114. Nahrkhalaji, S. S., Shafiee, S., Shafiee, M., and Hvam, L.: Challenges of Digital Transformation: The Case of the Non-profit SeITMr. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 1245-1249 (2018), <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607762>.
115. Nguyen, B., Mutum, D.S.: A review of customer relationship management: Successes, advances, pitfalls, and futures. *Business Process Management Journal*, vol. 18(3), pp. 400-419 (2012), <https://doi.org/10.1108/14637151211232614>.
116. Nonaka, I., Takeuchi, H.: *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, (1995).
117. 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>.
118. Oyekana, J., Prabhua, V., Tiwari, A., Baskaran, V., Burgess, M., McNally, R.: Remote realtime collaboration through synchronous exchange of digitised human-workpiece interactions. *Future Generation Computer Systems*, vol. 67, pp. 83-93 (2017), <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.08.012>.

119. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Malhotra, A. E-S-Qual: A multiple-item scale for assessing electronic service quality. *Journal of Service Research*, vol. 7(3), pp. 213-233 (2005), <http://dx.doi.org/10.1177/1094670504271156>.
120. Parry, E., Tyson, S.: Technology in human resource management: Trends, issues, and challenges. *HRM Journal*, 28(3), pp. 233-249 (2018).
121. Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., Teppola, S.: Tackling the Digitalization Challenge: How to Benefit from Digitalization in Practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, vol. 5(1), pp. 63-77 (2017), <https://doi.org/10.12821/ijispm050104>.
122. Payne, A., Frow, P.: Strategic customer relationship management. In *Customer Relationship Management: Concepts and Technologies*, pp. 56-79, Routledge (2013).
123. Peppers, D., Rogers, M.: *Managing Customer Relationships: A Strategic Framework*. John Wiley & Sons, (2016).
124. Petrov, I.: Combined criteria weighting in MCDM: AHP in blocks with traditional Entropy and novel Hierarchy in TOPSIS evaluation of Cloud Services. In *Proc. of Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE)*, pp. 1-9 (2021), <https://doi.org/10.1109/BdKCSE53180.2021.9627221>.
125. Petrova, P., Kostadinova, I., Alsulami, M.H.: Embedded Intelligence in a System for Automatic Test Generation for Smoothly Digital Transformation in Higher Education. In: Sgurev V., Jotsov V., Kacprzyk J. (eds) *Advances in Intelligent Systems Research and Innovation. Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 379 (2022), https://doi.org/10.1007/978-3-030-78124-8_20.
126. Petrova, P., Kostadinova, I.: An approach for embedding intelligence in a system for automatic test generation and a 3D result model. In: *Proceedings of 10th International Conference on Intelligent Systems*, pp. 358-363 (2020), <https://doi.org/10.1109/IS48319.2020.9199969>.
127. Pfister, P., Lehmann, C.: Digital value creation in German SMEs – a return-on-investment analysis, *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, (2022), <https://doi.org/10.1080/08276331.2022.2037065>.
128. Porter, M.E., Heppelmann, J.E.: How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, vol. 92(11), pp. 64-88 (2014).
129. Power, M.: *Organized Uncertainty: Designing a World of Risk Management*. Oxford University Press, (2007).
130. 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>.
131. Rego, B.S., Jayantilal, S., Ferreira, J.J., Carayannis, E.G.: Digital transformation and strategic management: A systematic review of the literature. *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 13, pp. 3195-3222 (2022), <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00853-3>.
132. Reuschke, D., Mason, C.: The engagement of home-based businesses in the digital economy. *Futures* (2020). <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102542>.

133. Rogers, D.L.: The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age. Columbia Business School Publishing, (2016).
134. Roy, B.: The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods. Theory and Decision, vol. 31, pp. 49-73 (1991), <https://doi.org/10.1007/BF00134132>.
135. Rust, R. T., Huang, M.-H.: The service revolution and the transformation of marketing science. Marketing Science, vol. 33(2), pp. 206-221 (2014), <http://www.jstor.org/stable/24544825>.
136. Saarikko, T., Westergren, U. H., Blomquist, T.: Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm. Business Horizons, vol. 63(6), pp. 825-839 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.005>.
137. Saaty, T.L., Vargas, L. G.: Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. vol. 175, 346 pages (2012), <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>.
138. Saaty, T.L.: Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, vol. 1(1), pp. 83-98 (2008).
139. Saaty, T.L.: The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, (1980).
140. 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>.
141. Sanodia, G.: The role of Salesforce CRM in enhancing customer support and service operations. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), vol. 13(1), pp. 536–550 (2022), <https://doi.org/10.61841/turcomat.v13i1.14753>.
142. Schallmo, D.R.A., Lang, K., Hasler, D., Ehmiß-Klassen, K., Williams, C.A.: An approach for a digital maturity model for SMEs based on their requirements. In: Schallmo, D.R.A., Tidd, J. (eds) Digitalization. Management for Professionals. pp. 87-101 (2021), https://doi.org/10.1007/978-3-030-69380-0_6.
143. 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).
144. Schwab, K.: The Fourth Industrial Revolution. Crown Business, (2016).
145. Scuotto, V., Ferraris, A., Bresciani, S.: Internet of Things: Applications and challenges in smart cities: A case study of IBM smart city projects. Business Process Management Journal, vol. 23(2), pp. 238-255 (2016), <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2015-0074>.
146. 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>.
147. Shahsavarani, A.M.; Azad Marz Abadi, E.: The bases, principles, and methods of decision-making: A review of literature. International Journal of Medical Reviews, vol. 2(1), pp. 214-225 (2015), https://www.ijmedrev.com/article_68259.html.

148. Shalamanov, V., Sabinski, Georgiev, V.T.: Optimization of the Chief Information Officer Function in Large Organizations. Information & Security, vol. 46(1), pp. 13-26 (2020), <https://doi.org/10.11610/isij.4601>.
149. Shalamanov, V.: Organising for IT effectiveness, efficiency and cyber resilience in the academic sector: national and regional dimensions. Information & Security, vol. 42, pp. 49-66 (2019).
150. Shen, S., Chen, O., Sun, J., Mok, L., Gao, A., Wan, D.D.K.: Coronavirus (COVID-19) outbreak: Short- and long term actions for CIOs. Gartner report ID G00720647, (2020), <https://www.gartner.com/en/doc/720647-covid-19-outbreak-short-and-long-term-actions-for-cios>.
151. Shih, H-S., Shyr, 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>.
152. Singh, A., Hess, T.: Chapter 9 – How chief digital officers promote the digital transformation of their companies. In: R.D. Galliers, D.E. Leidner, B. Simeonova (eds) Strategic Information Management (2020), <https://doi.org/10.4324/9780429286797>.
153. Singh, A., Klarner, P., Hess, T.: How do chief digital officers pursue digital transformation activities? The role of organization design parameters. Long Range Planning, vol. 53(3), 101890 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2019.07.001>.
154. Smith, A.: Personalization and Prediction with CRM at Netflix. Marketing Technology Journal, vol. 14(3), pp. 24-32 (2019).
155. Stalmachova, K., Chinoracky, R., Strenitzerova, M.: Changes in business models caused by digital transformation and the COVID-19 pandemic and possibilities of their measurement – Case study. Sustainability, vol. 14(1), 127 (2022), <https://doi.org/10.3390/su14010127>.
156. Steinbart, P.J., Raschke, R. L., Gal, Gr., Dilla, W. N.: The influence of a good relationship between the internal audit and information security functions on information security outcomes. Accounting, Organizations and Society, vol. 71, pp. 15-29 (2018), <https://doi.org/10.1016/j.aos.2018.04.005>.
157. 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), <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2015.01.002>.
158. Tagarev, T.: Towards the design of a collaborative cybersecurity networked organisation: identification and prioritisation of governance needs and objectives. Future Internet, vol. 12(4), 62 (2020). <https://doi.org/10.3390/fi12040062>.
159. Taherdoost, H.; Madanchian, M. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. Encyclopedia, 3, pp. 77–87 (2023), <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006>.
160. Tilson, D., Lyytinen, K., Sørensen, C.: Research Commentary: Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. Information Systems Research, vol. 21(4), pp. 748-759 (2010), <http://doi.org/10.1287/isre.1100.0318>.

161. Trendowicz, A.; Kopczyńska, S.: Adapting multi-criteria decision analysis for assessing the quality of software products. Current Approaches and Future Perspectives. In *Advances in Computers*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 153-226 (2014), <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800162-2.00004-X>.
162. 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, 15, pp. 175-186 (1998), https://www.researchgate.net/publication/284107964_Multi-criteria_decision_making_An_operations_research_approach.
163. Triantaphyllou, E.: Multi-criteria decision making Methods. 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.
164. Trifonov, R., Tsochev, G., Manolov, S., Yoshinov, R., Pavlova, G.: Increasing the level of network and information security using artificial intelligence. In: *Fifth International Conference on Advances in Computing, Communication and Information Technology*, (2017), <http://dx.doi.org/10.15224/978-1-63248-131-3-25>.
165. Tsochev, G., Yoshinov, R., Iliev, O.: Key problems of the critical information infrastructure through SCADA systems research. *SPIIRAS Proceedings*, vol. 18(6), 1333-1356 (2019), <http://dx.doi.org/10.15622/sp.2019.18.6.1333-1356>.
166. 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>.
167. 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>.
168. 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>.
169. Van der Meulen, R.: Enterprise stakeholders can realize the full value of the chief technology officer when the role is understood through four distinct personas. (2019), <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/understand-the-5-common-ITM-personas>.
170. Velasquez, M., Hester, P.T.: An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, vol. 10 (2), pp. 56-66 (2013).
171. Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Haenlein, M.: Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, vol. 122, pp. 889-901 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.
172. Verhoef, P.C., Lemon, K.N., Parasuraman, A., Roggeveen, A., Tsiros, M., Schlesinger, L.A.: Customer experience creation: Determinants, dynamics and management strategies. *Journal of Retailing*, vol. 85(1), pp. 31-41 (2009), <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2008.11.001>.

173. Vial, G.: Understanding digital transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, vol. 28(2), pp. 118-144 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>.
174. Weiner, B.J.: A theory of organizational readiness for change. Implementation Science, vol. 4(67) (2009), <https://doi.org/10.1186/1748-5908-4-67>.
175. Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A.: Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. Harvard Business Review Press, 304 pages (2014).
176. Wind, J., Mahajan, V.: Digital Marketing. Symphonya. Emerging Issues in Management, vol. (1), pp. 43-54 (2002). <https://doi.org/10.4468/2002.1.04wind.mahajan>.
177. Wright, P.M., Snell, S.A.: Human Resources in the Digital Age: Building an ATS for Success. HRM Digital Innovations, vol. 15(3), pp. 457-480 (2019).
178. 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>.
179. Xu, M., Frankwick, G. L., Ramirez, E.: Effects of big data analytics and traditional marketing analytics on new product success: A knowledge fusion perspective. Journal of Business Research, vol. 80, pp. 1562-1566 (2016), <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.10.017>.
180. Yoo, Y., Henfridsson, O., Lyytinen, K.: Research commentary – The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research. Information Systems Research, vol. 21(4), pp. 724-735 (2010), <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0322>.
181. Yoshinov, R., Arapi, P., Christodoulakis, S., Kotseva, M.: Supporting personalized learning experiences on top of multimedia digital libraries. Int. J. Education and Information Technologies, vol. 10, pp. 152-158 (2016).
182. Zadeh, L.A.: Fuzzy sets. Information and Control, vol. 8(3), pp. 338-353 (1965), [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
183. Zanakis, S.H., Solomon, A., Wishart, N., Dublisch, S.: Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. European Journal of Operational Research, vol. 107(3), pp. 507-529 (1998), [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00147-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00147-1).
184. Zeleney, M.: The attribute dynamic attitude model. Management Sciences, vol. 23, pp. 12-25 (1976).
185. Zimmermann, H.J.: Fuzzy set theory and its applications. Springer, (2001), <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0646-0>.
186. Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkite, A., Khabdullin, A., Blumberga, D.: Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison. Environmental and Climate Technologies, vol. 24(1), pp. 454-471 (2020), <https://doi.org/10.2478/rtuct-2020-0028>.