



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

**Стопански факултет
Катедра „Икономика, индустриален
инженеринг и мениджмънт“**

Маг. инж. Добрин Колев Маринов

МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ЗА РАЗВИТИЕ НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯТА В ИНДУСТРИАЛНИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**на дисертация за придобиване на образователна и научна степен
"ДОКТОР"**

Област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.3.

Комуникационна и компютърна техника

**Научна специалност: Автоматизирани системи за обработка на
информация и управление.**

Научен ръководител: доц. д-р Анка Цветанова

СОФИЯ, 2026 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „Икономика, индустриален инженеринг и мениджмънт“ към Стопански факултет на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 15.06.2026 год.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 08.10.2026 г. от 13:00 часа в Технически университет — София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-5.3-56 / 29.06.2026 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. доц. д-р инж. Наталия Колева - Председател
2. доц. д-р инж. Веселин Чобанов - Научен секретар
3. проф. д-р инж. Атанас Атанасов
4. проф. д-р Вера Ангелова-Димитрова
5. доц. д-р Владимир Иванов

Рецензенти:

1. проф. д-р Вера Ангелова-Димитрова
2. проф. д-р инж. Атанас Атанасов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Стопански факултет на ТУ-София, блок №3, кабинет № 3235.

Дисертантът е задочен докторант към катедра „Икономика, индустриален инженеринг и мениджмънт“ на Стопански факултет. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: маг. инж. Добрин Маринов

Заглавие: Методически подход за развитие на дигитализацията в индустриални предприятия

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

В условията на глобална конкуренция и ускорено технологично развитие, дигитализацията се утвърждава като основен двигател за растежа и оцеляването на индустриалните предприятия. Въпреки широкото разпространение на концепции като „Индустрия 4.0“, значителна част от производствените организации изпитват сериозни затруднения при практическото внедряване на дигитални технологии. Основният дефицит в съществуващата теория и практика е липсата на интегриран подход, който да разглежда дигиталната трансформация не само като технологичен ИТ проект, но и като сложна организационна и културна промяна. Повечето утвърдени международни модели за оценка са създадени за мащабни корпорации, силно техноцентрични са и трудно се адаптират към спецификата и ресурсните ограничения на по-малките предприятия или тези, опериращи под специфичен индустриален натиск. Това определя необходимостта от разработване на нов, комплексен методически подход, който да балансира човешкия фактор, стратегията и технологиите.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Основната цел е да се докаже значението на дигитализацията за постигане на висока конкурентоспособност на индустриалните предприятия и да се разработи методически подход за нейното развитие в тях.

Задачи:

За постигане на основната цел са дефинирани и решени следните задачи:

- Задача 1: На основата на задълбочено проучване и анализ на съществуващите теоретични постановки да се изясни същността на „дигитализацията“ и свързаните с нея понятия.
- Задача 2: Да се определи значението на дигитализация за развитието на индустриалните предприятия.
- Задача 3: Да се анализират и оценят сравнително съществуващите методически рамки за оценка и развитие на дигитализацията в индустриалните предприятия.
- Задача 4: Да се разработи концептуална рамка за оценка и развитие на дигиталната зрялост на индустриалните предприятия.
- Задача 5: На база на концептуална рамка за оценка и развитие на дигиталната зрялост да се разработи методически подход за развитие на дигитализацията в индустриалните предприятия.
- Задача 6: Апробиране на методическия подход в конкретно предприятие и анализ на резултатите.

Научно-приложна новост

Научно-приложната новост на дисертационния труд се изразява в прехода от статично към еволюционно моделиране на дигиталните процеси в индустрията. Основните нови моменти са:

- Концептуализиране на нов модел за дигитална зрялост, който за разлика от съществуващите техноцентрични рамки, извежда „Организационната култура“ и „Стратегическото управление“ като равностойни и критични измерения.
- Въвеждане на еволюционния континуум, който дефинира логическата последователност на прехода между нивата на зрялост, разглеждайки дигитализацията като системен жизнен цикъл на организацията.
- Научно обосноваване на зависимостта между мащаба на предприятието и тежестта на факторите на зрялост, което позволява по-прецизно алгоритмично моделиране на процесите.

Практическа приложимост

Практическата полезност на разработката е насочена към мениджърските екипи и индустриалните инженери, като предоставя следните инструменти:

- Разработен е приложим методически апарат D-MAP (Digital Maturity Assessment Procedure/Paradigm), който включва адаптивен алгоритъм за одит чрез система от теглови и корекционни коефициенти.
- Изведена е операционализирана матрица от 18 индикатора, осигуряваща на ръководството ясни и измерими критерии за мониторинг.
- Методиката служи като инструмент за генериране на стратегически пътни карти (roadmaps), намалявайки риска от неефективни технологични инвестиции при липса на организационна готовност.

Апробация

Апробацията на получените резултати е извършена в реална индустриална среда:

- Обект на апробация: Голямо производствено предприятие, опериращо в автомобилния сектор.
- Обхват: Методиката D-MAP е приложена за цялостна диагностика на дигиталната зрялост на организацията.
- Резултат: Чрез апробацията е потвърдена работоспособността на математическия модел и тегловите коефициенти. Изготвен е практически профил на предприятието, във вид на радарни диаграми, който е приет от ръководството като база за бъдещото стратегическо развитие на дигиталната инфраструктура и корпоративната култура.

Публикации

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 3 научни статии, от които 3 самостоятелни и 1 (една) в процес на отпечатване в съавторство.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 168 страници, като включва увод, 5 глави за решаване на формулираните основни задачи, общи изводи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 143 литературни източници, от които 143 са на латиница и 0 на кирилица. Работата включва общо 10 фигури и 21 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ И ПРИЛОЖНИ АСПЕКТИ НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯТА И ДИГИТАЛНАТА ЗРЯЛОСТ

Първата глава на дисертационния труд е посветена на фундаменталното изследване на теоретичните основи, понятийния апарат и съществуващите научно-приложни рамки в областта на индустриалната дигитализация. Анализът е структуриран така, че да изведе обективната същина на изследователския проблем, да обобщи досегашните постижения в научната литература и да локализира дефицитите, които налагат разработването на нов методически подход.

1. Същина на изследователския проблем

Същността на проблема се състои в съществуващия социо-технически дисбаланс при реализирането на дигиталната трансформация в индустриалния сектор. Докато технологичните иновации (хардуер, софтуер, сензоризация, кибер-физични системи) се развиват с експоненциална скорост, организационните структури, управленските подходи и човешкият капитал се адаптират линейно и значително по-бавно. В практиката това води до висок процент на неефективни инвестиции в дигитални технологии, тъй като предприятията внедряват съвременни ИТ/ОТ решения, без да притежават необходимата организационна готовност, гъвкавост на процесите и подкрепяща корпоративна култура. Изследователският проблем се усложнява от липсата на достъпни, адаптивни и системни инструменти, чрез които мениджмънтът самостоятелно да диагностицира реалното състояние на предприятието и да управлява прехода между отделните етапи на дигитално развитие.

2. Общи изводи от теоретичния обзор и анализа

Проведеният детайлен обзор на академичната литература, международните стандарти и докладите на водещи консултантски институции позволява формулирането на следните общи изводи:

- 2.1. Терминологична многослойност. Налице е ясна еволюционна граница между процесите на дигитизация (техническо конвертиране на данни), дигитализация (оптимизация на съществуващи процеси чрез технологии) и дигитална трансформация (стратегическа промяна на бизнес модела). Разбирането на тази градация е ключово за правилното позициониране на всяка организация.
- 2.2. Организационен обхват. Дигитализацията в индустриалното предприятие не е изолирана функция на ИТ отдела, а системна трансформация, засягаща шест основни стълба: стратегическо управление, оперативни процеси, организационна култура, технологична инфраструктура, информационна сигурност и взаимодействия по веригата на стойността.
- 2.3. Методическа рамка. Макар концепцията за „дигитална зрялост“ да е широко приета, съществуващите модели за нейното измерване страдат от висока степен на статичност и абстрактност, което ограничава тяхната практическа приложност на оперативно ниво.

3. Разграничаване на решенията от нерешените задачи в научната област

За да се дефинира точно приносът на дисертационния труд, в рамките на обзора изрично са разграничени постигнатите до момента резултати в теорията (решени задачи) от съществуващите празнини (нерешени задачи).

3.1. Решени задачи в научно-приложната област:

- Напълно и детайлно са дефинирани техническите компоненти и архитектурните изисквания за изграждане на интелигентни производствени системи (smart factory, IoT, облачни структури).
- Изяснени са икономическите ползи от дигитализацията по отношение на производителност, предиктивна поддръжка и намаляване на оперативните разходи.
- Създадени са глобални концептуални рамки за класификация на общите нива на зрялост, от базово дигитално присъствие до пълна автономност.

3.2. Нерешени задачи в научно-приложната област:

- Липса на еволюционна динамика (жизнен цикъл). Съществуващите модели описват нивата на зрялост статично. Липсва изведен модел на прехода, който да дефинира жизнения цикъл на трансформацията и да идентифицира конкретните бариери и кризисни точки при преминаване от едно ниво на следващо.
- Техноцентричен дефицит. Налице е сериозен недостиг на балансирани методики, които да третират меките организационни фактори (нагласи, култура, лидерски компетенции) с еднаква математическа тежест спрямо твърдата технологична инфраструктура.
- Липса на адаптивност спрямо мащаба. Доминиращите международни инструменти за одит са проектирани за мултинационални корпорации с масово производство. Те са неприложими за специфичния контекст на малките и средни предприятия (МСП), където процесите не са силно формализирани, а липсата на системи се компенсира от индивидуалната гъвкавост на персонала.
- Отсъствие на диференциран математически апарат. Съществуващите методики прилагат еднакви тегла за всички показатели, без да отчитат, че значението на отделните измерения се променя радикално в зависимост от размера на организацията и външния индустриален натиск.

4. Цел на дисертационния труд

Въз основа на идентифицираните нерешени задачи и съществуващата методическа пропаст е формулирана главната цел на изследването.

Целта е да се докаже значението на дигитализацията за постигане на висока конкурентоспособност на индустриалните предприятия и да се разработи методически подход за нейното развитие в тях.

5. Основни задачи за решаване

За постигането на така дефинираната цел, в дисертационния труд са формулирани и последователно решени следните основни задачи:

- Да се изясни същността на „дигитализацията“ и свързаните с нея понятия.
- Да се определи значението на дигитализация за развитието на индустриалните предприятия.

- Да се анализират и оценят сравнително съществуващите методически рамки за оценка и развитие на дигитализацията в индустриалните предприятия.
- Да се разработи концептуална рамка за оценка и развитие на дигиталната зрялост на индустриалните предприятия.
- Да се разработи методически подход за развитие на дигитализацията в индустриалните предприятия.
- Да се апробира методическия подход в конкретно предприятие и анализ на резултатите.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ НА МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОДИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯТА

Втората глава на дисертационния труд е логическо продължение на изведените в първа глава теоретични постановки. Нейната основна цел е да изследва в дълбочина, да систематизира и да оцени критично най-популярните и утвърдени в световната практика методически рамки и модели за оценка на дигиталната зрялост. Чрез прилагането на сравнителен анализ се дефинират ограниченията на съществуващия инструментариум, което служи като пряка научна обосновка за конструирането на авторския методически подход (D-MAP).

1. Концептуална същност и роля на моделите за дигитална зрялост (maturity models).

Анализът започва с изясняване на същността на самите модели за зрялост, като управленски инструменти. В дисертацията те са дефинирани не просто като оценъчни скали, а като стратегически пътни карти, които помагат на организациите да:

- Диагностицират текущото си състояние (къде се намира предприятието в момента).
- Дефинират желаното бъдещо състояние (каква е стратегическата цел).
- Идентифицират празнините (gap analysis) между текущото и желаното състояние.
- Формулират конкретни стъпки (roadmapping) за преодоляване на тези празнини.

Обосновано е, че за индустриалните предприятия, които са обект на настоящото изследване, използването на модел за зрялост е критично условие за избягване на т.нар. „дигитален парадокс“, състояние, при което се правят мащабни инвестиции в нови ИТ и ОТ (оперативни технологии), но те не водят до реално повишаване на производителността поради липса на структурна и културна съгласуваност.

2. Класификация и еволюция на моделите за оценка на зрялостта

За целите на изследването, съществуващите модели са класифицирани в няколко основни категории, отразяващи техния произход и фокус. Разгледана е тяхната еволюция от ранните софтуерни модели (като CMMI – Capability Maturity Model Integration) до съвременните сложни рамки за Индустрия 4.0. В дисертацията се прави ясно разграничение между:

- Академични и научно-изследователски модели – отличаващи се с висока теоретична строгост, но често сложни за оперативно приложение.

- Консултантски и комерсиални модели (Gartner, McKinsey, PwC) - фокусирани предимно върху бързата възвръщаемост на инвестициите (ROI) и бенчмаркинг спрямо конкурентите.
- Институционални и индустриални стандарти (VDMA, Acatech) - разработени специално за нуждите на производствения сектор и Индустрия 4.0, но често прекалено мащабни.

3. Детайлен критичен анализ на утвърдени международни рамки

Ядрото на втора глава представлява задълбочен преглед на специфичните архитектури на най-влиятелните глобални модели за оценка на индустриалната дигитализация. Всяка от анализиранияте рамки е разгледана през призмата на нейните структурни измерения, брой нива на зрялост, предимства и приложни недостатъци:

- Моделът IMPULS (Industrie 4.0 Readiness) на VDMA.

Това е един от първите и най-цитирани модели за производствени предприятия. В труда се анализира неговата шестстепенна скала (от „Новак“ до „Топ изпълнител“) и шестте му измерения (стратегия, лидерство, продукти, операции, култура, хора). Въпреки своята комплексност, моделът IMPULS е проектиран предимно за машиностроителния сектор в Германия и изисква събирането на огромен обем първични данни, което го прави изключително ресурсоемък за по-малки организации.

- Индекс за зрялост Acatech (Acatech industrie 4.0 maturity index).

Рамката на Германската академия на науките се отличава със своя фокус върху управлението на данни и изграждането на дигитални двойници (digital twins). Критичен извод: Изследването показва, че Acatech е силно техноцентричен модел. Той третира организационната структура по-скоро като функция на информационния поток, като negliжира критичната роля на психологическите съпротиви в човешкия фактор по време на трансформацията.

- Индекс на готовност за интелигентна индустрия (SIRI – smart industry readiness index).

Този модел въвежда концепцията за трите строителни блока: процеси, технологии и организация. Въпреки че SIRI предлага по-добър баланс от Acatech, неговият алгоритъм за приоритизиране е статичен и не разполага с вградени механизми за адаптация спрямо размера на компанията (МСП спрямо големи корпорации).

- Модели на водещи консултантски компании (PwC, Gartner, Capgemini)

Направен е преглед на комерсиалните инструменти, които се фокусират върху дигиталния маркетинг, клиентското преживяване (customer journey) и възвръщаемостта. Тези модели често страдат от липса на прозрачна метоика, т.нар. „черна кутия“. Те са по-подходящи за сектора на услугите, отколкото за индустриалния сектор, тъй като не задълбават в спецификата на оперативните производствени технологии (ОТ) и тяхната конвергенция с ИТ.

4. Сравнителен анализ и дефиниране на методическата пропаст

За да се изведе необходимостта от нов методически подход, разгледаните рамки са синтезирани чрез метод на съпоставителния анализ по ключови критерии: обхват на измеренията, фокус върху човешкия капитал, гъвкавост, наличие на еволюционна логика и приложимост според размера на предприятието.

Въз основа на този синтез е дефинирано понятието „методическа пропаст“ в съществуващата теория и практика. Тази пропаст се изразява в следните няколко дефицита на изследваните международни модели:

- Дисбаланс между технологии и хора (техноцентричност)

Повечето модели третираат дигитализацията предимно като процес на внедряване на технологии (хардуер и софтуер), като измеренията за култура и лидерство присъстват само номинално, без да имат реална измерима тежест при крайната оценка.

- Отсъствие на еволюционна логика и динамика

Съществуващите инструменти предоставят статична „снимка“ на моментното състояние, без да дефинират ясно бариерите, които организацията трябва да преодолее, за да премине от едно ниво към друго. Липсва концепцията за трансформацията като непрекъснат континуум.

- Нечувствителност към мащаба и средата (проблем с калибрирането)

Глобалните рамки използват унифицирани теглови коефициенти за всички предприятия. В действителност, при големите корпорации водеща е формализираната ИТ архитектура, докато при малките и средни предприятия (МСП) гъвкавостта се компенсира от личните умения на хората и неформалната култура. Нито един от анализирания модели не предлага алгоритъм, който да адаптира математическата тежест на индикаторите спрямо размера на обекта.

5. Изводи и обосноваване на авторската концептуална рамка

В края на глава втора е направен генерален извод, че приложението на съществуващите „универсални“ методики в условията на българските индустриални предприятия често води до изкривени резултати. Предприятията получават прекалено ниски или фрагментирани оценки, тъй като специфичният им контекст и ресурсни ограничения не се отчитат правилно от глобалните инструменти.

Логическото следствие от този детайлен анализ е недвусмислената необходимост от разработване на хибриден методически подход. Този нов подход трябва да обедини академичната строгост с прагматизма на индустриалното инженерство, да интегрира „меките“ организационни фактори с „твърдите“ технологии и най-важното – да предложи гъвкав математически апарат за изчисление (теглови коефициенти), съобразен с мащаба и индустриалния натиск. С тези изводи се изгражда стабилен научен фундамент, който служи като пряк преход към Глава 3 и Глава 4, където са конструирани и представени авторските модели D-MIND, D-Curve и методиката D-MAP.

ГЛАВА 3. КОНЦЕПТУАЛЕН МОДЕЛ ЗА ОЦЕНКА И РАЗВИТИЕ НА ДИГИТАЛНАТА ЗРЯЛОСТ: D-CURVE, D-MIND И D-MAP

Третата глава на дисертационния труд представя ядрото на теоретичния и концептуалния принос на автора. В нея подробно се разгръщат двете основни взаимосвързани компоненти на разработената теоретична рамка, еволюционният модел на прехода D-Curve и шестдименсионалната класификационна архитектура D-MIND. Съвкупното интегриране на тези два инструмента има за цел да преодолее установената в Глава 2 методическа пропаст, чрез едновременно улавяне както на пространствената многоаспектност на организацията, така и на времевата динамика на нейния дигитален жизнен цикъл.

1. Еволюционен модел „D-Curve“: Динамика и фази на жизнения цикъл на дигитализацията

За разлика от традиционните статични модели за оценка, моделът D-Curve концептуализира дигиталната трансформация в индустриалните предприятия като непрекъснат, нелинеен континуум, съставен от шест последователни фази на зрялост. Всяка фаза притежава специфични операционни характеристики,

технологични изисквания и специфични организационни бариери (кризисни точки), чието преодоляване е задължително условие за преход към следващото стъпало.

- Ниво 0: Латентно осъзнаване (Latent awareness): Предприятието функционира изцяло по традиционни аналогови методи. Информацията се съхранява на хартиен носител или в напълно изолирани, локални електронни документи. Липсва каквато и да е дигитална стратегия, а висшият мениджмънт възприема информационните технологии единствено като разход, а не като стратегически инструмент.
- Ниво 1: Елементарна дигитизация (Basic digitization): Стартира процес на първично преобразуване на аналогови данни в цифров формат. Въвеждат се базови софтуерни решения за текстообработка и таблични изчисления, но те работят несвързано, в силози, без интеграция помежду си. Организацията започва да усеща ползите от по-бързия достъп до информация, но процесите остават непроменени.
- Ниво 2: Локална оптимизация (Internal optimization): Внедряват се първите базови интегрирани системи от клас ERP (Enterprise Resource Planning) или MES (Manufacturing Execution Systems), но обхватът им е ограничен до конкретни структури, например само счетоводство или само склад. Налице е автоматизация на изолирани бизнес процеси, но липсва обща архитектура и хоризонтален обмен на данни между различните звена на предприятието.
- Ниво 3: Системна интеграция (Systemic integration): Това е критичната повратна точка в еволюционната крива. Всички ключови отдели и производствени цехове са свързани в единна информационна екосистема. Осъществена е хоризонтална и вертикална интеграция на данните, оперативните технологии (OT) от производствената площадка комуникират в реално време с управленските ИТ системи. Мениджмънтът взема решения на базата на консолидирана и обективна информация.
- Ниво 4: Предиктивно управление (Predictive analytics & intelligence): Интегрираната система започва не просто да регистрира минали събития, а да прогнозира бъдещи състояния. Чрез използването на алгоритми за анализ на големи данни (Big Data), изкуствен интелект и сензоризация, предприятието реализира предиктивна поддръжка на оборудването, динамично планиране на веригата на доставки и симулационно моделиране на производствените процеси.
- Ниво 5: Пост-дигитална организация (Autonomous ecosystem): Най-високата степен на еволюция, при която предприятието оперира като напълно автономна, самооптимизираща се кибер-физична система. Организацията е дълбоко интегрирана в дигиталната екосистема на своите клиенти, доставчици и партньори. Бизнес моделът е напълно трансформиран, като гъвкавостта и скоростта на адаптация към пазарните промени се извършват в автоматичен режим.

За да се дефинират ясно границите и операционните белези на тези фази, в дисертационния труд е разработена систематизирана матрица, представена в Таблица 10.

Таблица 10: Нива на дигитална зрялост по D-Curve - описание и характеристики

Ниво	Наименование	Основен фокус	Характеристики
0	Латентно осъзнаване	Признание на нуждата от дигитализация	Липса на стратегия, слаба осведоменост, външен натиск, изолирани ИТ инициативи
1	Тактическа дигитализация	Инструментално използване на технологии	Проекти без интеграция, инициативи „отдолу-нагоре“, фрагментарна автоматизация
2	Стратегическа ориентация	Създаване на визия и координация	Централизация, дигитална стратегия, повишена координация, основи на ИТ архитектура
3	Интегрирана трансформация	Включване на организационни практики	Учене, вътрешна култура за експериментиране, междофункционални екипи
4	Интелигентна организация	Единство между стратегия, технологии и култура	Адаптивно управление, иновационни мрежи, процесна трансформация, ориентация към стойност
5	Екосистемна синергия	Външна свързаност и лидерство	Платформи, отворени иновации, ролята на „водеща организация“, създаване на индустриални стандарти

Динамиката на прехода изисква промяна не само в технологиите, но и паралелно пренастройване на управленския фокус. Начинът, по който се променят теоретичните и практическите приоритети на мениджмънта през отделните нива, е синтезиран в Таблица 11.

Таблица 11: Теоретични акценти по нива на зрялост според модела D-Curve

Ниво	Динамични способности	Организационно учене	Lean/Agile логика и клиентска ориентация
0	Липса на способности за реакция	Неосъзната нужда от учене	Традиционна, неефективна бюрокрация
1	Локализирани опити за адаптация	Изолирани знания, без разпространение	Автоматизация без анализ на стойност
2	Изграждане на основни интеграционни способности	Начално разгръщане на механизми за учене	Системна координация на инициативи
3	Гъвкавост на управлението и ресурсно пренасочване	Културна промяна, насърчаване на експериментиране	Включване на клиента в процесите
4	Пълна стратегическа гъвкавост и иновации	Вградени механизми за самоусъвършенстване	Процеси, ориентирани към стойност и ефективност
5	Създаване на нови екосистемни конфигурации	Организацията като учеща се мрежа	Постоянно преосмисляне на бизнес модела и логиката

2. Многомерна концептуална рамка „D-MIND“: Архитектура на измеренията и индикаторите

За да се извърши детайлно измерване на позицията на предприятието по описаната еволюционна крива, е разработена многомерната концептуална рамка D-MIND (Digital Maturity for Industrial Development). Тя структурира дигиталната зрялост в шест стратегически измерения, стълба, като по този начин осигурява холистичен поглед върху организацията. Всяко измерение се декомпозира на три конкретни, операционализирани индикатора, формирайки обща матрица от 18 показатели за оценка.

• Измерение 1: Стратегия и лидерство (Strategy & leadership - SL)

Това измерение оценява степента, в която дигитализацията е интегрирана в

дългосрочната визия на предприятието, и капацитета на ръководството да управлява промяната.

1. SL1: Наличие и обхват на дигиталната стратегия – изследва дали стратегията съществува формално и доколко е обвързана с общите бизнес цели.
2. SL2: Управленска ангажираност и инвестиционна готовност - оценява подкрепата от висшия мениджмънт и заделянето на целеви бюджети.
3. SL3: Управление на иновациите и организационна гъвкавост – измерва скоростта на вземане на решения и готовността за експериментиране с нови модели.

- Измерение 2: Процеси и операции (Processes & operations - PO)

Фокусира се върху нивото на автоматизация и стандартизация на бизнес и производствените процеси.

1. PO1: Стандартизация и формализация на процесите – изследва доколко операционните процедури са описани и оптимизирани преди тяхното софтуерно внедряване.
2. PO2: Хоризонтална интеграция на веригата на стойността - оценява потока на данни от доставката на суровини до експедицията на готовата продукция.
3. PO3: Гъвкавост и адаптивност на производството – измерва капацитета на производствените линии за бърза пренастройка при специфични поръчки.

- Измерение 3: Организационна култура и хора (Organizational culture & people - CP)

Изследва „меката“, социална страна на трансформацията, без която технологичните решения остават нефункционални.

1. CP1: Дигитални компетенции и програми за обучение - оценява нивото на техническа грамотност на персонала и наличието на системи за непрекъснато reskilling/upskilling.
2. CP2: Нагласи и отвореност към дигитални промени - измерва степента на психологическа съпротива и мотивацията за работа с нови софтуерни инструменти.
3. CP3: Култура на сътрудничество и споделяне на знания - анализира премахването на бариерите в комуникацията между различните нива и отдели.

- Измерение 4: Технологии и инфраструктура (Technologies & infrastructure - TI)

Оценява физическата и софтуерната обезпеченост на предприятието и нивото на техническа модернизация.

1. TI1: Интеграция между ИТ и ОТ системи – изследва ключовия за Индустрия 4.0 мост между корпоративния софтуер и системите за автоматизация на машините (SCADA, PLC).
2. TI2: Използване на облачни технологии и съхранение на данни – оценява гъвкавостта и мащабируемостта на изчислителната инфраструктура.
3. TI3: Автоматизация и хардуерна модернизация – измерва дела на внедрената роботика, автоматизирани линии и интелигентни устройства.

- Измерение 5: Информационна сигурност (Information security - IS)

С нарастването на свързаността, киберсигурността се превръща в критичен стълб за устойчивостта на индустриалните системи.

1. IS1: Политики за сигурност и съответствие с регулациите - изследва наличието на формални правила и съответствието със стандарти като

ISO 27001 или директивата NIS2.

2. IS2: Техническа защита на ИТ и ОТ средите – оценява внедрените защитни стени, криптиране, системи за откриване на зловреден софтуер и мрежово сегментиране.
3. IS3: Обучение на персонала по киберсигурност – измерва подготвеността на служителите за разпознаване на фишинг атаки и социално инженерство.

- Измерение 6: Клиенти и екосистема (Customers & ecosystem - CE)

Анализира как предприятието използва дигитални канали за взаимодействие с външната среда и пазара.

1. CE1: Дигитално взаимодействие с клиенти – изследва каналите за събиране на обратна връзка и автоматизация на обслужването (CRM платформи).
2. CE2: Интеграция с партньори и доставчици - оценява изграждането на общи B2B платформи и споделянето на данни за наличности в реално време.
3. CE3: Продуктова дигитализация и интелигентни услуги - измерва дали предприятието предлага продукти с вградена интелигентност (IoT услуги, отдалечен мониторинг).

3. Логическа взаимосвързаност на рамката

Оригиналният научно-теоретичен принос на модела D-MIND се състои в постулирането на системна взаимозависимост между шестте измерения. Авторската концепция отхвърля линейното и изолирано развитие на отделните стълбове. Например, високото ниво на внедряване в измерение „Технологии и инфраструктура“ не може да генерира очаквания операционен ефект, ако измерение „Организационна култура и хора“ се намира на по-ниско еволюционно ниво. Тази архитектурна свързаност подготвя прехода към Глава 4, където концептуалните връзки се трансформират в конкретни математически алгоритми за претегляне и изчисление на интегрирания индекс на зрялост.

ГЛАВА 4. МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ЗА ОЦЕНКА И РАЗВИТИЕ НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯТА В ИНДУСТРИАЛНИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Четвъртата глава на дисертационния труд бележи прехода от концептуално-теоретичното моделиране към практико-приложната инженерна реализация. В нея подробно се разгръща авторският методически подход D-MAP (Digital Maturity Assessment Paradigm). Трудът трансформира дефинираните в Глава 3 еволюционна крива (D-Curve) и многослойна рамка (D-MIND) в оперативна инженерна процедура, снабдена със собствен математически апарат, диференцирани теглови алгоритми, коригиращи секторни коефициенти и ясна последователност от фази на изпълнение. Основната цел на главата е да предостави на индустриалния мениджмънт научно обоснован, обективен и повторяем инструмент за диагностика и управление на дигиталните изменения.

1. Архитектура и операционни етапи на методическия подход D-MAP

Реализацията на методическия подход D-MAP е проектирана като системен, четириетапен процес, който обхваща целия цикъл от първоначалното планиране на одита до генерирането на дългосрочна стратегическа пътна карта. Всеки етап е декомпозиран на конкретни управленски и инженерни дейности, което гарантира висока степен на стандартизация и повторяемост на изследването.

- Етап I: Подготовка и дефиниране на обхвата

Този начален етап има критично значение за успеха на одита, тъй като определя границите на изследването и осигурява организационната ангажираност. Дейностите включват:

- Сформиране на вътрешен одитен комитет: Изгражда се крос-функционален екип, включващ представители на висшия мениджмънт, производствените инженери, ИТ отдела, специалистите по автоматизация (ОТ) и човешките ресурси.
 - Идентифициране на заинтересованите страни: Картографира се ключовите фигури в организацията, чието съдействие е необходимо за събирането на информация.
 - Определяне на границите на обхвата: Дефинира се дали оценката ще обхване цялото предприятие, или ще се фокусира върху конкретна производствена локация, бизнес единица или обособен елемент от веригата на стойността.
- Етап II: Интегрирано събиране на първични данни

Етапът е конструиран върху научно изпитания принцип на триангулация на данните (Data triangulation). За да се избегнат субективните изкривявания, характерни за масовите въпросници, D-MAP изисква едновременно и паралелно прилагане на пет взаимно допълващи се метода за събиране на количествена и качествена информация. Практическата реализация на тези методи в рамките на подхода е систематизирана в Таблица 13.

Таблица 13: Методи за събиране на данни в методиката D-MAP

Метод	Приложение в рамките на методиката D-MAP (Практическа реализация)
Онлайн въпросник	Задължителен за всички организации. Прилага се чрез структурирани въпросници, базирани на 18-те индикатора от модела D-MIND. Разпространява се до широк кръг служители (оперативно ниво) и средния мениджмънт. Целта е събиране на първични количествени данни за текущото състояние на процесите, технологичната обезпеченост и общите нагласи на персонала спрямо дигитализацията.
Полуструктурирани интервюта	Контекстуално приложим; Силно препоръчителен за големи/сложни организации. Провеждат се експертни интервюта с ключови фигури от висшето ръководство (C-level мениджмънт) и ръководители на ключови отдели. Този метод се прилага за дълбочинен анализ на измеренията „Стратегическо управление“ и „Организационна култура“, където се изисква разбиране на мисията, визията, лидерските подходи и неформалните бариери пред трансформацията.
Документен анализ	Препоръчителен; Задължителен за сертифицирани/регулирани индустрии Използват се специализирани формуляри за наблюдение на реалните производствени процеси, наличната ИТ инфраструктура и техническата документация (напр. ISO стандарти, ИТ архитектура). Методът служи за триангулация, обективно потвърждаване или отхвърляне на субективните данни, събрани чрез анкетите и интервютата.
Наблюдение на място	Контекстуално приложим; Полезен при физически операции и производства. Чрез специализирани формуляри за наблюдение се извършва директна проверка в производствените цехове на реалното състояние на автоматизацията, интеграцията между ИТ и ОТ системите, както и спазването на изискванията за информационна сигурност на работното място.
Фокус групи	По избор, но силно препоръчителни за културни и поведенчески теми. Провеждат се с малки групи от служители и екипни лидери с цел идентифициране на скрити източници на съпротива срещу дигиталната промяна и съвместно генериране на мерки за адаптация на работната среда.

- **Етап III: Математическа обработка, анализ и интерпретация**

Събраните данни се подлагат на нормализация и математическа обработка съгласно алгоритъма на D-MAP. На базата на изчислените математически стойности се извършва:

- Картографиране на текущия профил: Генерират се многомерни радарни диаграми, визуализиращи състоянието на предприятието по шестте измерения на D-MIND.
- Анализ на разминаванията: Идентифицират се критичните зони, при които е налице вътрешен дисбаланс (напр. високи технологии при ниска културна готовност).
- Определяне на текущото еволюционно ниво: Интегрираният индекс на зрялост се позиционира върху кривата D-Curve.

- **Етап IV: Разработване на стратегическа пътна карта**

Получените аналитични резултати се трансформират в конкретни управленски предписания. Етапът включва дефиниране на целевото ниво на зрялост за следващ планов период и проектиране на детайлна пътна карта. Картата съдържа последователност от технологични, процесни и организационни проекти, ресурсно обезпечени, с ясни метрики за проследяване на напредъка (KPIs), което минимизира риска от хаотични инвестиции.

2. Математически апарат и алгоритъм за изчисляване на индекса на зрялост

За изграждането на обективна оценка, методиката D-MAP използва детайлно разписан математически апарат. Всеки от 18-те индикатора, съставляващи шестте измерения на рамката D-MIND, се оценява по стандартизирана скала, съответстваща на нивата на еволюционната крива. Скалата е представена в Таблица 14.

Таблица 14: Стандартизирана скала за оценка по индикаторите в D-MAP

Ниво	Оценъчно ниво	Подробно описание
0	Липса на практика или инициатива	На това ниво не съществува никаква форма на практика, процес или систематична инициатива по конкретния индикатор. Наблюдава се пълно отсъствие на осъзнатост, капацитет или действия, свързани с дигиталната трансформация в тази област. Дейностите са напълно аналогови, неформализирани или изцяло липсващи.
1	Изолирани или неструктурирани практики	Налице са отделни усилия или наченки на практика, но те са изолирани, несвързани помежду си, нерегулярни и не са формализирани в политика, процес или стратегия. Инициативите често зависят от отделни ентусиасти или локални нужди. Липсва координация и управленска подкрепа, а резултатите не се проследяват систематично.
2	Начални координирани и усилия	Практиките започват да се координират и да се прилагат в по-широк организационен контекст. Създадени са основни правила, ръководства или процеси, но те все още са частични, непълни или с ограничено приложение. Има начален мениджърски ангажимент, но често отсъстват измерими цели, ресурсно обезпечение и трайна устойчивост.
3	Формализирани и устойчиви практики	Съответните практики са ясно дефинирани, формализирани в политики и процедури и устойчиво прилагани в релевантните части на организацията. Наблюдава се ясно разпределение на отговорности, наличие на обучение, отчетност и системи за проследяване на ефективността. Това ниво отразява структурирана и стабилна зрялост по индикатора.

4	Интегрирани практики на високо ниво организация	Практиките не само са устойчиви, но и напълно интегрирани във всички съответни отдели и процеси. Има високо ниво на синхронизация между звената, използване на дигитални технологии и управление, базирано на данни. Стратегическата роля на индикатора е призната и съответно е включена в организационното планиране, иновации и управление на риска.
5	Пример за иновация и адаптивност на високо ниво	Организацията демонстрира водещи практики, иновации и адаптивност. Прилага проактивен и експериментален подход, базиран на непрекъснато усъвършенстване и внедряване на нови технологии. Опитът ѝ може да служи като модел за други. Налице са доказателства за постигане на измерим организационен ефект чрез дигитално лидерство, външна валидация и признание.

Изчислението на финалния Интегриран индекс на дигитална зрялост (DMf) се извършва чрез двустепенен алгоритъм на претеглено и коригирано средно аритметично.

Първата стъпка включва определяне на средната оценка за всяко от шестте стратегически измерения, като средно аритметично от стойностите на всяко от съставните му индикатори

Втората стъпка представлява изчисляването на базовия претеглен индекс на зрялост (DM), чрез прилагане на система от диференцирани теглови коефициенти (W_i), съобразени с мащаба на изследваното предприятие, по формула 1:

Формула 1

$$DM = \sum_{i=1}^n w_i \cdot S_i$$

Където:

- **DM** (*Digital Maturity*) – крайна оценка за дигитална зрялост, стойност от 0 до 5;
- **W_i** (*Weight of dimension i*) – тегло на измерение i в общия модел, в зависимост от размера на предприятието (от таблица 13);
- **S_i** (*Score of dimension i*) – усреднена стойност от отговорите по всички индикатори в измерение i ;
- **n** – общ брой измерения (в D-MAP: $n = 6$).

При което сумата от теглата задължително отговаря на математическото условие за нормировка:

Формула 2

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1.0$$

Финалната фаза на алгоритъма въвежда Матрицата на външните влияния чрез Индустриален коригиращ коефициент (I_k) и Регулаторен коефициент (K_n), които модифицират базовия индекс, за да отразят реалния пазарен натиск върху организацията, по формула 3:

Формула 3:

$$DMf = \left(\sum_{i=1}^n w_i \cdot S_i \right) * Ik * Kn$$

Където:

- **DMf** – (*Digital Maturity final*) – крайна оценка за дигитална зрялост;
- **Kn** – контекстуален коригиращ коефициент (регулации, регионални условия);
- **Ik** – индустриален коефициент (напр. от Digital Vortex [140]);
- **Wi** – тегло на измерение *i* според големината на предприятието;
- **Si** – оценка по измерение *i*;
- **n** – брой измерения (в случая – 6).

3. Диференциране на теглата според мащаба и обосновка на разпределението

Основният принцип зад претеглянето в методиката D-MAP е, че не всички аспекти на дигиталната трансформация имат еднакво значение за всяка организация. Дефинирането на специфични теглови коефициенти (*Wi*) за отделните измерения на D-MIND отразява фундаменталните структурни и функционални различия между организациите от различен мащаб. Логиката на разпределението стъпва на следните допускания:

- При малките и средни предприятия (МСП): Критичен фактор за успеха е развитието на операционна гъвкавост и организационна култура. В тези структури липсата на тежки, формализирани процеси често се компенсира от висока ангажираност и гъвкавост на човешкия капитал. Поради това, в модела тежестта на тези меки измерения е завишена, докато тежестта на стратегическото формализиране е по-ниска, отчитайки факта, че при МСП стратегията често е интуитивна и адаптивна, а не силно бюрократизирана.
- При големите и комплексни структури: Мащабът изисква устойчивост, която не може да зависи само от индивидуални качества на отделни личности. Тук стратегическото управление и технологичната архитектура играят доминираща роля, тъй като те осигуряват гръбнака на ефективността в голям мащаб. Следователно, при тях тегловите коефициенти на технологичните и процесните измерения са дефинирани като приоритетни.

На пръв поглед, определянето на сравнително по-нисък теглови коефициент за „Информационна сигурност“ (0.10) при големите предприятия може да изглежда като парадокс. Тази методическа логика обаче отразява разбирането, че в големите корпоративни структури високото ниво на киберсигурност се приема за базова необходимост, а не за отличителен двигател на трансформацията. Предвид строгите нормативни регулации (NIS2, GDPR и др.) и изискванията на глобалните вериги на доставки, наличието на развити механизми за сигурност е *conditio sine qua non* (необходимо условие) за самото им функциониране. Поради това, моделът поставя по-голям акцент върху онези измерения, като стратегия, архитектура и гъвкавост, които реално диференцират лидерите от изоставащите в този сегмент. Диференцираната матрица на теглата според мащаба на предприятията е детайлно фиксирана в Таблица 16.

Таблица 16: Претеглен модел с диференцирани тежести по размер на организацията

Измерение	Микро/Малки	Средни	Големи
Стратегическо управление	15%	20%	25%
Процеси и операционна гъвкавост	20%	20%	20%
Организационна култура и умения	20%	15%	15%
Технологична интеграция и архитектура	15%	15%	15%
Информационна сигурност и управление на данни	15%	15%	10%
Ориентация към клиента и екосистема	15%	15%	15%

4. Калибриране и чувствителност на модела към външната среда

Важно е да се отбележи, че методиката D-MAP е конструирана като отворена система, която допуска и насърчава адаптивно калибриране на тежестите. Представените стойности в Таблица 16 съставляват базовия експертен модел, валидиран за общия случай на индустриално производство.

При приложение на методиката в силно специфични или високотехнологични подотрасли, се препоръчва извършването на локално прекалибриране на тежестите. То се реализира чрез метод на експертните оценки, ангажиращ тесни специалисти от съответния сектор. Този подход гарантира високата чувствителност и гъвкавост на инструмента към специфични технологични контури или извънредно строга регулаторна среда, без да се променя или нарушава общата математическа и логическа структура на оценъчния алгоритъм. По този начин моделът се застрахова срещу критики за статичност и придобива устойчивост при прилагане в динамично променящи се пазарни реалности.

ГЛАВА 5. АПРОБИРАНЕ НА МЕТОДИКАТА D-MAP И КЛАСИФИКАЦИОННАТА РАМКА D-MIND

Петата глава на дисертационния труд има изцяло експериментален, приложен и потвърдителен характер. Нейната основна цел е да подложи на практическа проверка в реална индустриална среда разработените в предходните глави теоретични модели (D-Curve и D-MIND) и изчисления алгоритъм на методическия подход (D-MAP). Чрез детайлно описание на проведеното емпирично изследване в работещо производствено предприятие се доказва работоспособността на математическия апарат, приложимостта на изследователския инструментариум и способността на методиката да генерира обективни управленски решения за целите на дигиталното развитие.

1. Профил и обща характеристика на изследвания индустриален обект

За целите на експерименталната проверка и апробация на методическия подход D-MAP е избрано голямо производствено предприятие, опериращо като доставчик от първо и второ ниво (Tier 1 / Tier 2 supplier) в автомобилна индустрия, с международно представяне. Изборът на този специфичен обект е продиктуван от следните методически съображения:

- Висока сложност на процесите: Предприятието съчетава дискретно производство с елементи на непрекъснати технически контури, което изисква сложна координация между логистика, планиране, производство и контрол на качеството.
- Строга регулаторна и екосистемна среда: Като част от глобалната

автомобилна верига за създаване на стойност, обектът е подложен на постоянен външен натиск за спазване на международни стандарти (напр. IATF 16949, ISO 27001, TISAX, изисквания по директивата NIS2) и високи критерии за дигитална свързаност с клиенти и партньори.

- **Мащаб на организацията:** Предприятието се класифицира като „голямо предприятие“ според дефинициите на Европейския съюз и Закона за малките и средните предприятия в България, което позволява пълното задействане на математическия модел с теглови коефициенти, дефинирани за големи структури.

Към момента на изследването предприятието разполага с развита, но силно фрагментирана технологична база. Налице са внедрени системи от клас ERP за управление на ресурсите и базови софтуерни модули за проследяване на производството (MES), но те функционират в режим на информационни силози без пълна хоризонтална интеграция на данните в реално време.

2. Практическа реализация на етапите по събиране на първични данни

Апробацията е реализирана стриктно по четирите фази, дефинирани в алгоритъма на D-MAP: от идентификация и профилиране, през количествена оценка и интерпретация, до метаанализ на самата методика.

За събирането на емпиричните данни е приложена пълната, разширена версия на оценителния въпросник D-MAP. С цел осигуряване на максимална обективност и стратегическа релевантност, инструментариумът е насочен към две ключови целеви групи:

- **Висшето ръководство:** за оценка на абстрактните и дългосрочни измерения (стратегическо управление, организационна култура, екосистема).
- **Функционалните мениджъри:** за оценка на техническите и оперативните параметри (процеси, интеграция на архитектурата, информационна сигурност).

Този двуслоен подход гарантира събирането на претеглени оценки и минимизира риска от оперативно късогледство или стратегическа свръхувереност.

3. Анализ на междинните резултати по измерения на D-MIND

Сърцевината на апробацията се състои в задействането на авторския претеглен математически модел на D-MAP. Тъй като обектът е голямо предприятие, се прилага диференцираната матрица от теглови коефициенти (W_i), която приоритизира стратегическата последователност и процесната координация пред индивидуалната гъвкавост.

Разпределението на теглата и получените осреднени първични оценки по шестте измерения на D-MIND са следните:

- Стратегическо управление (Тегло: 25%) -> Оценка: 0.98
- Процеси и операционна гъвкавост (Тегло: 20%) -> Оценка: 1.17
- Организационна култура и умения (Тегло: 15%) -> Оценка: 0.83
- Технологична интеграция и архитектура (Тегло: 15%) -> Оценка: 1.57
- Информационна сигурност и управление на данни (Тегло: 10%) -> Оценка: 2.90
- Ориентация към клиенти и екосистема (Тегло: 15%) -> Оценка: 1.13

Изчисляване на базовия индекс:

Прилагането на основната формула за претеглена средна стойност - $DM = \sum_{i=1}^n w_i \cdot S_i$ генерира базов резултат от 1.3.

Прилагане на корекционни коефициенти:

Методиката D-MAP доказва своята чувствителност към средата чрез прилагане на външни модификатори:

- Индустриален коефициент (I_k): Автомобилното производство на алуминиеви компоненти попада в средния периметър на Digital vortex. Секторът налага стабилна, но контролирана адаптация, поради което коефициентът е неутрален ($I_k = 1$).
- Контекстуален коефициент (K_n): Изследването отчита два противоположни външни фактора. От една страна, стриктните регулации на ЕС (GDPR, NIS2) забавят оперативната цифровизация заради тежки процедури за съответствие ($K_1 = 0.95$). От друга страна, наличието на европейски грантови програми и фондове стимулира инвестициите ($K_2 = 1.05$). Тяхното средноаритметично неутрализира ефекта, формирайки краен контекстуален модификатор $K_n = 1$.

След прилагане на корекциите, финалният Интегриран индекс на дигитална зрялост на предприятието е потвърден на 1.3, което го позиционира стабилно в Ниво 1: Елементарна дигитизация по скалата на еволюционния модел D-Curve.

4. Интерпретация на резултатите и анализ на структурните дисбаланси

Дълбочинният анализ на генерирания дигитален профил (радарна диаграма) разкрива наличието на сериозна управленска патология и потвърждава на практика тезата за дигиталния парадокс, заложен в теоретичните глави на дисертацията.

Очертава се картина на организация, която се развива реактивно и неравномерно:

- Зони на висока зрялост: Най-високата оценка категорично принадлежи на Информационната сигурност (2.90). Това е очаквано за Tier 1/2 автомобилен доставчик, където изискванията и одитите от страна на глобалните клиенти налагат строги формални политики, защитни стени и безкомпромисно управление на риска. Системата за сигурност функционира на ниво "Локална оптимизация / Системна интеграция".
- Критични дефицити: Високата технологична защита рязко контрастира с критично ниските нива на Организационната култура (0.83) и Стратегическото управление (0.98). Резултатите доказват липсата на институционализирана дигитална визия. Инвестициите в софтуер се правят „на парче“, а служителите изпитват висока степен на съпротива към новите системи поради липса на структурни програми за обучение и повишаване на компетенциите.
- Оперативен потенциал: Технологичната интеграция (1.57) и Процесите (1.17) показват наличието на базова ERP/MES инфраструктура, но тя функционира предимно в информационни силози. Липсва цялостна корпоративна архитектура, която да свърже производствения цех с управленското ниво в реално време.

Основният стратегически извод от анализа на пропуските (gap analyze) е, че по-нататъшното инвестиране на капитали в скъп хардуер и софтуерни лицензи ще бъде неефективно. Предприятието е достигнало "стъкления таван" на своята технологична възвръщаемост. За да премине към ниво 2 по D-MIND, организацията трябва спешно да инвестира в меките измерения, изграждане на формална дигитална стратегия, назначаване на отговорни лидери, например дигитален комитет и културно приобщаване на човешкия капитал.

5. Изводи от апробацията и оценка на методиката

Проведената експериментална проверка завършва със следните ключови

изводи относно качествата на самата разработка:

- Емпирична валидност и прецизност:

Методиката D-MAP успешно измерва това, за което е конструирана. Тя успява да улови фините нюанси и разминавания между наличието на технологии и липсата на управленски капацитет, предоставяйки обективна, математически обоснована диагноза.

- Управленска приложимост:

За разлика от тежките академични модели, резултатите от D-MAP лесно се трансформират във визуални табла и аналитични доклади. Ръководството на изследваното предприятие получава прозрачна и интуитивна картина, която директно посочва кои са инвестиционните приоритети, в случая - култура и стратегия, а не киберсигурност.

- Адаптивност на архитектурата:

Прилагането на индустриални и контекстуални корекционни коефициенти доказва своята логическа стойност. Алгоритъмът успешно калибрира оценката спрямо тежестта на европейските регулации и секторната динамика, което прави D-MAP универсално приложим инструмент за бенчмаркинг в целия ЕС.

- Холистичен фокус:

Апробацията категорично защити основната изследователска теза на дисертационния труд – че дигитализацията в индустрията е дълбоко социо-технически процес. Оценката изолира човешкия фактор като основна бариера пред технологичния прогрес, което прави рамката D-MIND незаменим инструмент за превенция на провалени ИТ проекти.

В заключение, апробацията потвърждава, че D-MAP е завършен, надежден и практически приложим инженерен инструмент, който предоставя на съвременния индустриален мениджмънт ясна навигация в условията на сложна и динамична дигитална трансформация.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Научно-приложни приноси

1. Изяснени са същността, съдържанието и взаимовръзките между основните понятия, свързани с дигитализацията, дигиталната трансформация и дигиталната зрялост в индустриален контекст.
2. Обосновано е значението на дигитализацията като фактор за повишаване на конкурентоспособността и стратегическо развитие на индустриалните предприятия.
3. Разработена е концептуална рамка за оценка и развитие на дигиталната зрялост на индустриалните предприятия.
4. Извършен е сравнителен анализ на съществуващите методически рамки за развитие и оценка на дигитализацията, като са изведени техните ограничения и възможности за приложение в индустриални предприятия.
5. Разработен е интегриран методически подход за оценка, анализ и развитие на дигитализацията в индустриалните предприятия.

Приложни приноси

1. С разработения методически подход е извършено изследване в конкретно индустриално предприятие. Идентифицирани са силните и слабите страни по основните измерения на дигитализацията. Анализирани са резултатите и са формулирани насоки за развитие на дигитализацията в предприятие

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- D. Marinov, "About the nature and importance of the digitalization of the industry", XXI International scientific conference "Management and engineering'23", June 2023
- D. Marinov, "Levels of digitalization and classification frameworks", 16th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCEEE-GOVERNANCE AND E-COMMUNICATIONS, June 2024
- D. Marinov, "Conceptual foundations and semantic relationships in the Digital Transformation discourse", 17th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCEEE-GOVERNANCE AND E-COMMUNICATIONS, June 2025
- D. Marinov, A. Tsvetanova, "Assessing Digital Maturity in Industrial Enterprises: Developing the Practical D-MAP Methodology", ISC "Management & Engineering" '26, June 2026 – submitted for publishing.

SUMMARY

Title: Methodological Approach for Developing Digitalization in Industrial Enterprises

Author: Mag. Eng. Dobrin Kolev Marinov

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Anka Tsvetanova

The doctoral dissertation addresses the critical socio-technical challenges and methodological gaps inherent in the digital transformation processes of modern industrial organizations. The primary objective of the research is to design, model, and validate a comprehensive, highly adaptive methodological approach that enables industrial management to evaluate, analyze, and strategically navigate their digital evolution. To achieve this, the thesis introduces the **D-Curve** model, which conceptualizes digitalization not as a static event, but as a continuous, non-linear evolutionary lifecycle comprised of six distinct phases—ranging from Latent awareness to an Autonomous ecosystem. To comprehensively measure an enterprise's alignment along this curve, the author constructs the **D-MIND (Digital Maturity for Industrial Development)** framework. This structural matrix evaluates digital maturity across six strategic pillars: Strategy and leadership, Processes and operational flexibility, Organizational culture and skills, Technological Integration and architecture, Information security and data management, and Customer and ecosystem orientation.

These theoretical foundations are translated into a practical engineering procedure titled **D-MAP (Digital Maturity Assessment Paradigm)**. D-MAP features a dedicated mathematical algorithm utilizing differentiated weighting scales tailored to the enterprise's organizational size. Furthermore, the model incorporates an Industrial Coefficient (based on the Digital vortex concept) and contextual modifiers to account for external regulatory pressures (such as GDPR and NIS2) and stimulating economic policies within the European Union.

The complete framework was empirically validated through an extensive case study within a large-scale manufacturing enterprise operating as a Tier 1/Tier 2 supplier of extruded aluminum components in the highly competitive automotive industry. The assessment utilized a comprehensive survey distributed among key management and technical experts. The mathematical execution revealed a final integrated maturity index of 1.3, positioning the organization at Level 1 (Basic Digitization) on the D-Curve. The subsequent Gap Analysis diagnosed a critical structural misalignment—while information security and technological architecture demonstrated relatively high maturity, the overall digital progress was heavily bottlenecked by low organizational readiness, cultural resistance, and a lack of formalized strategic management.

Ultimately, the dissertation provides a validated, data-driven, and highly adaptable instrument. D-MAP effectively translates complex organizational data into an objective diagnosis, enabling industrial enterprises to design sustainable, priority-based strategic roadmaps for their digital transformation.