



СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „ДИМИТЪР А. ЦЕНОВ“

КАТЕДРА „АГРАРНА ИКОНОМИКА“



инж. Петър Ангелов Чернаев

ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ЖИВОТНОВЪДСТВОТО – ПРОБЛЕМИ И ВЪЗМОЖНОСТИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“
по докторска програма „Икономика и управление (Аграрна икономика)“

Научни ръководители:
проф. д-р Марина Николова
проф. д-р Мариана Петрова

Стопанска академия „Димитър А. Ценов“

СВИЩОВ

2025

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност и значимост на изследователския проблем

В съвременните условия на иновации селскостопанският сектор е в процес на трансформираща промяна, като дигитализацията насочва вниманието към по-устойчиво и ефективно бъдеще. Животновъдството, като вековна практика, ключова за човешката цивилизация, е на прага на тази цифрова революция. Този дисертационен труд обхваща комплексни въпроси свързани с **дигитализацията в животновъдството**, изследвайки как авангардни технологии предефинират грижите, управлението и хуманното отношение към добитъка.

Проучването покрива потенциалните възможности, които дигиталните инструменти и анализите на данни не само разширяват традиционните практики, но и насърчават за нова ера на развитие. От преносими сензори, които следят здравните показатели в реално време, до управлявани от AI платформи за вземане на решения, които оптимизират моделите на отглеждане, дигиталната среда променя конюнктурата на животновъдството.

Целта на изследването е да предостави цялостен преглед на настоящите дигитални тенденции, техните практически приложения и потенциала, който притежават за повишаване на производителността и същевременно гарантират благосъстоянието на животните. Дисертационният труд се стреми да отговори на предизвикателствата и етичните съображения, които възникват с прилагането на иновативни технологии, предлагайки балансирана перспектива за бъдещето на агробизнеса.

Актуалността на разработката е обусловена от необходимостта да се повиши рентабилността и конкурентоспособността на българското животновъдство. Изследванията са проведени в непрекъснато променяща се динамична среда. Проблематиката е значима за теорията и практиката в

областта на дигитализацията по процесите на управление на животновъдни ферми, с акцент върху специфични проблеми и предизвикателства при внедряване на дигитални решения, както и устойчиви модели за интелигентно и ефективно животновъдство. Трябва да се има в предвид, че животновъдният бизнес в световен мащаб е изправен пред сложна комбинация от технологична революция, климатични промени и изострена политическа обстановка.

2. Предмет и обект на изследването

Предмет на изследването са дигиталните инструменти и използването на изкуствен интелект (ИИ) за по-рентабилно и екологично управление на животновъдната ферма и реализация на продукцията (месо).

Обект на изследването са възможностите и предизвикателствата при дигитализацията и изграждането на „ИДЕАЛНАТА ФЕРМА“ със собствен фураж и реализация (месодайно направление).

3. Цел и задачи на изследването

Основната цел на дисертационния труд на тема „Дигитална трансформация на животновъдството – проблеми и възможности“ е да се разработи и валидира цялостна рамка за планиране, внедряване и оценка на дигиталната трансформация в животновъдството, позволяваща информирано управленско вземане на решения и устойчива добавена стойност при различни производствени и институционални условия.

Във връзка с поставената цел са формулирани следните научно-изследователски **задачи**:

➤ В теоретичен аспект – 4 броя

1. Теоретичен анализ на възможностите за дигитализация на животновъдния бизнес в европейски и национален обхват;

2. Систематизиране на списък с технологичните възможности за цифровизация и оптимизация на процесите от приготвянето на фуража до реализацията на продукцията (месо);
3. Оптимизиране на процесите при управлението на животновъдна ферма, кланичен пункт и предприятие за месопреработка, с отчитане на особеностите при говеда и биволи, овце и кози, и свине;
4. Създаване на класификация на фермите, спрямо етапите в агрохранителната верига в които участват, съгласно различните бизнес модели и типовете отглеждани животни. Оценяване на възможните технологични решения от гледна точка на тяхната икономическа целесъобразност.

➤ **В практически аспект - 3 броя**

1. Изследване на различни ферми чрез съпоставката им с изградените класификации. Определяне на типизирани фирмени профили.
2. Внедряване на ERP системата или хардуерни иновации и съпоставка на резултатите.
3. Отчитане степента на дигитализация, предизвикателствата и възможностите за бъдещо развитие.

4. Основна изследователска теза и хипотези

Изследователската теза, която се защитава е, че чрез използването на правилно подбрани и качествено внедрени дигитални методи и иновационни технологии, които са взаимосвързани, е възможно да се повиши едновременно качеството и рентабилността при производството, като се минимизира въздействието върху околната среда.

Проучването е базирано на текущото състояние на софтуерните и хардуерни решения на конкретна иновативна фирма, работеща в областта на дигиталните технологии. Внедряването на интегрирана ERP система в животновъдството дава основание за продължаващо изследване чрез

индивидуални решения в съвременни ферми, в зависимост от техния профил. Целта е да се постигне по-високо ниво на устойчив модел на „Идеалната ферма“.

В процеса на изследване и излагане на резултатите от изследването, ще се почита върху следните **хипотези**:

Хипотеза А – дигитализацията на животновъдната ферма зависи от нейния размер, вида животни, които се отглеждат, породата и направлението им, както и технологията по която се отглеждат;

Хипотеза Б – стратегията за дигитализация във всяка отделна ферма трябва да бъде внимателно подбрана в зависимост от формата на управление, вижданията и квалификацията на собствениците и мениджърския състав;

Хипотеза В – софтуерните решения за контрол и управление на животновъдния бизнес от страна на Държавата са с ключово значение за скоростта и посоката на дигитализация на бизнеса;

Хипотеза Г – системата за подпомагане на животновъдния бизнес създава предпоставки за сериозни разминавания и некоректни практики поради липса на достатъчно ниво на дигитализация във фермата;

Хипотеза Д – проследяването на процеса „от полето до вилницата“ и качеството на продукцията е постижимо при дигитализация на всички процеси по веригата.

II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд се състои от 265 страници, от които: увод (5 стр.); изложение в три глави (234 стр.); заключение (3 стр.); използвана литература (15 стр.) Основният текст съдържа 36 фигури и 24 таблици. Списъкът на използваната литература се състои от 160 източника.

Дисертационният труд е структуриран в списък на използваните съкращения, списък на използваните фигури, списък на използваните

таблици, въведение, три глави, заключение и литература, в които се разглежда логическата последователност на неговото съдържание.

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ	5
СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ФИГУРИ	7
СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ТАБЛИЦИ	9
ВЪВЕДЕНИЕ	11
ПЪРВА ГЛАВА - ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА ДИГИТАЛНАТА	
ТРАНСФОРМАЦИЯ В СЪВРЕМЕННОТО ЖИВОТНОВЪДСТВО	15
1.1. Обща характеристика на дигитализацията в животновъдния бизнес –	
направленията: идентификация, проследяемост, автоматизация	15
1.1.1. Методи за дигитализация в животновъдството	18
1.1.2. Видове цифрови технологии, използвани в животновъдния бизнес ...	26
1.2. Основни направления на дигиталното развитие на животновъдството като	
бизнес.....	33
1.2.1. Идентификация на различните видове животни, в зависимост от целта и	
националните особености в Европейските държави	33
1.2.2. Системи за проследяемост на качеството на продукцията в	
животновъдството и тенденции в развитието на процеса	41
1.2.3. Иновациите в животновъдството - принос към зелената икономика	48
1.3. Общи характеристики и възможности за развитие на автоматизацията при	
процесите по отглеждане на животни	54
1.3.1. Дигитална трансформация и интелигентно животновъдство	56
1.3.2. Дигиталните технологии – иновативен подход във фермерския бизнес.	
Предимства от дигитализация на агробизнеса	63
1.3.3. Предимства и сравнения при автоматизация на процесите във фермите	
.....	66
Изводи от Първа глава	76
ВТОРА ГЛАВА - ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ЖИВОТНОВЪДНИ ФЕРМИ –	
ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ВЪЗМОЖНОСТИ	
2.1. Класификация на процесите и техническите решения в зависимост от вида	
животни и начинът им на отглеждане	78
2.1.1. Процес Автоматизирано хранене	78
2.1.2. Процес Мониторинг на здравето	82

2.1.3. Процес Доење - Доилни работи	86
2.1.4. Процес по Контрол на околната среда	93
2.1.5. Процес по Управление на оборският тор	96
2.1.6. Процес по Управление на пашата	98
2.1.7. Процес Мониторинг на репродукцията	100
2.1.8. Процес Мениджмънт на стадото	103
2.2. Възможности и проблеми на различните системи за идентификация на животните	105
2.2.1. Видове ЧЕТЦИ, разграничени по функционалност	105
2.2.2. Видове ЧЕТЦИ на ушни марки, разграничени по ползвател	110
2.2.3. Разграничаване на Четците на ушни марки по други признаци	114
2.2.4. Специализирани системи за управление на животновъдния бизнес	115
2.3. Представяне на теоретичен икономически модел за управление на „Идеалната животновъдна ферма“	121
2.3.1. Моделът „Идеалната ферма“ в зависимост от участниците – ветеринарен лекар, селекционер, фермер	121
2.3.2. Анализ на инвестициите в теоретичния модел	132
2.3.3. Дигитализация при управлението тревостоя на пасищата	136
2.3.4. Дигитализация при преработката на животинска продукция - кланици, месопреработващи предприятия, мандри (партидности, етикетиране)	147
2.3.5. Човешкият фактор в животновъдството при роботизиране и автоматизиране на технологични операции	157
2.3.6. Стимули и предизвикателства за цифровизация на земеделските стопанства в ОСП	164
Изводи от Втора глава	173
ТРЕТА ГЛАВА - ДИГИТАЛНИ РЕШЕНИЯ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНО И ЕФЕКТИВНО ЖИВОТНОВЪДСТВО В Р БЪЛГАРИЯ	176
3.1. Методика на провеждане на изследването	179
3.2. Анализ на участниците в процеса по дигитализация на животновъдния бизнес	182
3.3. Дигитализация по процесите на управление на животновъдна ферма	186
3.3.1. Процес „Идентификация на животните“	187
3.3.2. Процес „Теглене на животни“	190
3.3.3. Процес „Автоматизиране на храненето“	191

3.3.4. Процес „Мониторинг на здравето“	197
3.3.5. Процес „Автоматизиране на доенето“	203
3.3.6. Дигитализация на процесите в кланица и месопреработка	207
3.3.7. Използване на ИИ за Управление на Репродукцията в животновъдството. Подобряване на Процеса за създаване на „Случен План“	217
3.4. Предизвикателства при внедряване на дигитални решения в сектор животновъдство	221
3.4.1. Проблеми с финансирането	221
3.4.2. Липса на мотивация и квалификация на персонала	222
3.4.3. Контрол и подпомагане от страна на Държавата	224
3.5. Устойчиви модели за интелигентно и ефективно животновъдство	228
3.5.1. Устойчиви модели за интелигентно и ефективно животновъдство (по примера на конкретни стопанства)	228
3.5.2. Примери за добри практики и иновативни проекти в областта на дигитализацията в животновъдството в световен мащаб	238
3.6. Перспективи и насоки за развитие на дигитализацията и цифровизацията на животновъдството в България	245
Изводи от трета глава	246
Заклучение	248
Използвана литература	251

III. ОСНОВНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ПЪРВА ГЛАВА - ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ В СЪВРЕМЕННОТО ЖИВОТНОВЪДСТВО

В първа точка на Първа глава е направен преглед и е формулирана *обща характеристика на дигитализацията в животновъдния бизнес – направленията: идентификация, проследяемост, автоматизация.*

Формулирано е определението, че дигитализацията в животновъдството е съвкупност от мерки, които трябва да се приемат на различни нива, за да се постигне успешна дигитална трансформация на сектора. Тези мерки са: организационно-логистични; технологични; образователни и правни мерки.

Дигитализацията в животновъдството често се свързва само с облекчаването на процесите при отглеждането на животните, като например мониторинг, хранене, здравеопазване, размножаване, транспорт и др., което е твърде ограничен поглед. Дигитализацията може да обхване различни аспекти на аграрните предприятия, като например: **планиране, контрол, оптимизация, мониторинг, оценка, управление, съответствие, комуникация, маркетинг** и др.

Формулиран е сравнителен анализ на различни методи за дигитализация в животновъдството, които се прилагат в Европа и света, като е показано как те се различават по отношение на цели, технологии, резултати и предизвикателства.

В параграф 1, точка 1 на Първа глава са разгледани *Методи за дигитализация в животновъдството.*

"Методите за дигитализация в животновъдството включват използването на различни технологии като преносими сензори, автоматизирани системи за мониторинг и управление, изкуствен интелект и интернет на нещата, които помагат за събиране и обработка на данни за

животните и производствените процеси." (White & Brown, 2021, p. 48). В допълнение "Новите подходи към дигитализацията в животновъдството включват използването на иновативни технологии като машинно обучение и блокчейн, които предоставят нови възможности за подобряване на ефективността и управлението на животновъдните процеси." (Johnson & Smith, 2020, p. 80).

След обстойно проучване на документацията са обобщени методите за дигитализация в животновъдството в Таблица 1.1.

Таблица 1.1. Методи за дигитализация в животновъдството

Термин на български	Международен термин	Съкращение
Прецизно животновъдство	Precision Livestock Farming	PLF
Интелигентни системи за управление на животновъдството	Smart Livestock Management Systems	SLMS
Интернет на нещата в животновъдството	Internet of Things in Livestock	IoT-L
Блокчейн в животновъдството	Blockchain in Livestock	BIL
Изкуствен интелект в животновъдството	Artificial Intelligence in Livestock	AI-L

(източник: интернет)

Направен е SWOT анализ на различните методи.

Отделено е специално внимание на възможностите за използване на изкуствен интелект в животновъдството (**AI-L**). **Изкуственият интелект е метод за дигитализация, който използва компютърни алгоритми, симулиращи човешко разбиране, обучение и решаване на проблеми, за да се събира, анализира и използва информация за различни аспекти на животновъдната дейност, като управление на производствени процеси, финанси, администрация, планиране, контрол, документация и др.** Използването на изкуствен интелект позволява оптимизация на голяма част от процесите, като може да замени човешкия ресурс или спомага вземането на управленски решения от нискоквалифициран персонал. Естествено замаяната на човешки ресурс в дългосрочен план може да създаде негативи в социално отношение.

Целта на AI-L е да се подобри управлението на животновъдството, да се повиши интелигентността и автоматизацията, да се споделят данни и знания, да се улесни сътрудничеството и да се подкрепи вземането на решения. AI-L позволява на животновъдите да имат по-добър достъп и контрол над информацията, която се отнася до тяхната дейност, и да я използват по-ефективно и интелигентно.

В параграф 2, точка 1 на Първа глава са разгледани **видовете цифрови технологии, използвани в животновъдния бизнес**, формулирано е определение и е създадена подробна класификация.

Цифровите технологии се отнасят до използването на информационни и комуникационни технологии (ИКТ) за събиране, обработка, анализ и съобщаване на данни и информация, свързани с животновъдството и управлението му. Цифровите технологии могат да бъдат класифицирани в четири категории: наблюдение, обработка на данни, подпомагане на вземането на решения и комуникация (Fuentes et al., 2022). Те биват:

➤ **Сензорни технологии** - комбинация от устройства и методи за събиране на данни, които измерват и наблюдават различни параметри на животните, като тяхното местоположение, движение, поведение, здраве и производителност.

Генерирана е **собствена класификация** за оценка на различните типове сензори и тяхната рентабилност.

Таблица 1.2 - Сравнение между различни типове сензори

Решение	Първоначална инвестиция	Рентабилност
RFID тагове	Ниска до средна	Ниска до средна
GPS нашийници	Средна към висока	Средна към висока
Камери	Средна към висока	Висока
Микрофони	Ниска до средна	Ниска до средна
Биосензори	Висока	Висока

(източник: авторско проучване).

➤ **Технологии за обработка на данни** - включват софтуер и алгоритми, които съхраняват, управляват и анализират данните, събрани от сензорните технологии.

Посочени са различни примери за технологии за обработка на данни - облачни изчисления, анализът на големи данни, изкуственият интелект (AI) и машинното обучение (ML).

➤ **„Технологии за подпомагане вземането на решения в животновъдството** представляват интелигентни системи, които анализират данни от различни източници и предоставят препоръки за управление на животновъдните процеси. Изведената формулировка, че **технологиите за подпомагане вземането на решения** включват инструменти и методи, подпомагщи земеделските стопани и другите заинтересовани страни при вземането на информирани и навременни решения въз основа на данни и информация, предоставени от технологиите за обработка на данни подкрепя доказването на изследователската теза.

➤ **Комуникационни технологии** - включват устройства и методи, които улесняват обмена на данни и информация между различните участници и платформи, в частност – различни обекти и представители на животновъдния сектор.

В заключение на параграф 1, точка 1, е формулиран извод относно баланса между потенциалните ползи и съпътстващите предизвикателства, произтичащи от процесите на цифрова трансформация в животновъдния сектор.

В точка 2 на Първа глава са обобщени *основните направления на дигиталното развитие на животновъдството като бизнес*. Те са:

- системите за идентификация на животните;
- за проследяемост на качеството;
- за управление на данни;

- за идентификация и проследяемост на продукцията;
- за управление на качеството и сертификатите;
- блокчейн технология;
- интернет на нещата;
- стратегията „от фермата до трапезата“;
- принос към „зелената сделка“.

В параграф 1, точка 2 на Първа глава се акцентира върху *идентификацията на различните видове животни, в зависимост от целта и националните особености в Европейските държави.*

В областта на съвременното земеделие, прецизността е от решаващо значение. Възможността да се идентифицират и проследяват продуктивните животни в популациите от добитък не е само въпрос на удобство, тя е критичен компонент за оптимизиране на ефективността, гарантиране на благосъстоянието на животните, за подобряване на устойчивостта на бизнеса. Разгледани са причините, поради които идентификацията на продуктивните животни е необходима за животновъдството.

- По-прецизно управление;
- Контрол на болести и биосигурност;
- Генетично подобрение;
- Проследимост и осигуряване на качество;
- Вземане на решения на база на данни.

Подробната **класификация на методите и системите за идентификация** е обобщена в т. 2.1. на Първа глава.

Те могат да бъдат: задължителни, правно-административно необходими, системи за подпомагане на бизнеса (мениджърска идентификация).

По различните типове животни за: едри преживни животни (ЕПЖ) – говеда, биволи; дребни преживни животни (ДПЖ) – овце, кози; свине; пчелни семейства; за птици и риби се използва групова идентификация.

Идентификациите за мениджърски цели могат да бъдат: външни и вътрешни средства за идентификация; пасивни и активни средства за идентификация.

Възможно е идентификацията да се използва и за постигане на различни допълнителни цели, като събиране на данни за физиологичното и здравословно състояние на животните; проследяване на тяхното географско местоположение или контрол на движението им.

Идентификацията на животните в зависимост от начина им на отглеждане: Пасищно; изцяло оборно отглеждане; комбинирано отглеждане (оборно и пасищно).

Анализирани са ползите от правилната идентификация по отношение на:

- Проследяване на произхода и качеството на продуктите;
- Подобряване на управлението на животновъдните стопанства;
- Борба срещу измами и нелоялна конкуренция.

Последиците от липсата на идентификация са здравни рискове и болести; затруднения в проследяването и контрола на животновъдните операции; икономически загуби от недостатъчно качество на храните и продуктите.

Формулиран е извод относно стратегическата значимост, практическата приложимост и икономическата целесъобразност от необходимостта всяко стопанство да дефинира и внедри адекватни методи за идентификация на животните.

В параграф 2, точка 2 на Първа глава са разгледани *системите за проследяемост на качеството на продукцията в животновъдството и тенденциите в развитието на процеса.*

Животновъдството е един от секторите, които са най-силно засегнати от стратегията „От фермата до трапезата“, където се определят мерки,

засягащи сектора от различни гледни точки (околна среда, обществено здраве и хуманно отношение към животните).

Анализът включва:

- Оценка и преразглеждане на законодателството на ЕС в областта на хуманното отношение към животните, включително законодателството относно транспортирането и клането на животни.

- Предложение за преразглеждане на Регламента относно фуражните добавки с цел намаляване на въздействието на животновъдството върху околната среда (по-специално емисиите на метан и диазотен оксид);

- Специфични действия, насочени към селското стопанство:

Подробно се разглеждат и оценяват:

- Електронни идентификационни системи (EID).
- Системи за управление на данни.
- Системи за идентификация и проследяемост на продуктите.
- Системи за управление на качеството и сертификация.
- Използване на технологии като блокчейн и Интернет на нещата (IoT).

Детайлно е анализирана “Стратегията от фермата до трапезата” като комплексна система за технически решения, гарантиращи осведомеността и сигурността на потребителя. Формулирани са различни технически решения по отделните процеси:

➤ **Дигитализация на веригата на доставки:**

- Сензори и RFID технологии вградени в опаковката на хранителните продукти;
- Уеб и мобилни платформи за пазаруване на храна;
- Блокчейн технологии за проследяване на произхода на хранителните продукти;
- Системи за оценка на устойчивостта на продуктите;
- GS1 стандарти;
- RFID етикетиране.

Обобщено е, че системите за проследяемост на храните използват различни технологии и стандарти, като блокчейн, GS1 и RFID, за да осигурят прозрачност, безопасност и ефективност във веригата на доставка на хранителни продукти. Заключено е, че моделите и технологични решения (EID, блокчейн, GS1/GTIN/QR/RFID), осигуряващи прозрачност по веригата са основа за оценка на качеството „от фермата до трапезата“.

В параграф 3, точка 2 на Първа глава са разгледани *иновациите в животновъдството с принос към зелената икономика*.

Обобщено е, че иновациите в фермерския бизнес са необходими за запазване на баланса в природните екосистеми. „Зелената икономика“ предполага умерено използване на ресурсите, за да могат те успешно да се регенерират. Парниковият ефект и нарушаването на баланса при отглеждане на животни за хранителни нужди може да има пагубно влияние, ако не се инвестира в иновации, които подобряват цялостния процес.

В точка 2 параграф 3 са изследвани *екологичните ефекти и зелената икономика*. Очертани са източниците на емисии (вкл. метан), решения чрез селекция, хранене, автоматизация и кръгова икономика (управление и оползотворяване на отпадъци).

В точка 3 на Първа глава са разгледани *общите характеристики и възможности за развитие на автоматизацията при процесите по отглеждане на животни*.

"Възможностите за развитие на автоматизацията при процесите по отглеждане на животни включват използването на съвременни технологии като сензори, системи за мониторинг, роботизирани устройства и софтуерни платформи, които целят подобряване на ефективността, качеството и здравословното състояние на животните, както и оптимизиране на производствените процеси и ресурсите."(Chernaev, 2023).

Обобщено могат да се разделят на:

- Интегриране на сензори за мониторинг;
- Автоматизирани системи за хранене;
- Автоматизираните системи за управление на околната среда;
- Автоматизираните системи за мониторинг на здравето;
- Роботизирани системи за извършване на различни операции.

Предимствата при дигитализацията на животновъдството, могат най-общо да се характеризират със:

- Повишена ефективност;
- По-добър контрол;
- По-добро здравословно състояние на животните;
- Намаляване на разходите;
- По-голяма точност и качество на продукцията.

В параграф 1, точка 3 на Първа глава е извършена *оценка на дигитална трансформация и интелигентно животновъдство*.

Цитирани са резултатите от проект „Интелигентно животновъдство“ (ИЖ). Акцентирано е върху възможностите за автоматизация при следните типове дейности: хранене на животните; диагностициране и лечение; управление на пасищата.

Някои от възможностите за автоматизация включват:

- GPS и системи за навигация за измерване, картиране и маркиране границите на пасищата;
- Автоматизирани системи за поливане;
- Електропастири и системи за контрол на животните;
- Мониторинг и управление на растителността.
- **Синхронизиране на запложданията** чрез:
 - Автоматизирани протоколи за синхронизация;
 - Използване на електронни системи за мониторинг;
 - Системи за автоматично измерване на хормонални нива;

- Системи за автоматично управление на осветлението;
- Използване на системи за електронно мониториране на поведението на животните.

➤ **Планиране на продукцията чрез**

- Системи за управление на инвентара и ресурсите;
- Автоматизирани системи за прогнозиране на производствения капацитет;
- Автоматизирани системи за управление на разплодния процес;
- Използване на аналитични инструменти за вземане на решения;
- Интеграция на системи за управление на фермата.

➤ **Системи за измерване и контрол на количество и качество**

Резултатът е изследване и оценка на възможностите за автоматизация на процеси: мониторинг на микроклимат, интелигентно хранене/поене, здравен статус и поведение, работи за доене/почистване, телемедицина и AI-диагностика.

В параграф 2, точка 3 на Първа глава са разгледани ***дигиталните технологии, като иновативен подход във фермерския бизнес и предимствата от дигитализация на агробизнеса.***

Иновативния подход, който дигиталните технологии предоставят на фермерския бизнес, се разглежда в няколко направления:

- Управление на производствения процес;
- Подобряване на решенията за управление;
- Увеличаване на ефективността и производителността;
- Подобряване на маркетинга и продажбите;
- Устойчиво земеделие.

Направен е важен извод, че дигиталните технологии не могат да се внедряват еднотипно „по шаблон/на конвейер“. Всяка ферма се

характеризира с индивидуална специфика, зависеща от различни показатели и признаци – създадена е авторова класификация.

Таблица 1.2. Типове ферми по различни признаци

Признак	Тип ферма
По видове животни, които се отглеждат	Крави, Биволи – ЕПЖ (Едри преживни животни);
	Овце, кози – ДПЖ (дребни преживни животни)
	Свине.
По начин на отглеждане	Пасищно;
	Оборно (Свободно боксово или боксово);
	Смесено.
По управленска структура на стопанството	Индустриално животновъдство;
	Ферма на зооинженер или ветеринарен лекар;
	Семейна или потомствена ферма..
Фирми разделени по типове правна форма за управление	Физически лица;
	Еднолични търговци;
	Кооперации;
	Търговски дружества
Различия по размер на стопанството	Малки – до 50 овце, до 15 крави;
	Средни 50-400 овце, 20- 50 крави;
	Големи/индустриални над 450 овце, над 60 крави.
По типа продукция, която е с най-голям приоритет за фирмата	За мляко;
	За месо;
	За разплод.
По типа на храненето (снабдяването с фураж)	Собствено производство;
	Закупуване на фураж.

Източник: авторско проучване

Качествената репродукция зависи най-вече от качествата на родителите, затова значителна част от фермите се концентрират върху създаването на животни за разплод и продажба в репродуктивна възраст.

Създадената класификация, апробирането ѝ към конкретни фирми и отчитане на резултатите доказва хипотезата за зависимостта на дигитализацията от размера и профила на фермите, породата и технологията на отглеждане; както и зависимостта ѝ от управленските компетенции.

В параграф 3, точка 3 на Първа глава са разгледани **предимствата и сравненията при автоматизация на процесите във фермите.**

Въз основа на анализирани методи, системи и процеси са разработени обобщаващи таблици, които представят предимствата на автоматизацията в управлението на процесите. В таблиците са извършени сравнителни оценки, съобразени с мащаба на стопанството. За целите на анализа е въведена метрика „Скала на въздействие върху фирмата“, с оценъчни стойности от 1 до 10, при което стойност 10 отразява най-висока степен на въздействие.

➤ Процес „Хранене на животните“

Направен е извод, че използването на автоматизация на процесите по хранене са от особено значение за средните и големите ферми. Рисковете се редуцират благодарение на мащаба при големите ферми или на по-високата мотивация на персонала при малките.

Таблица 1.3 – Предимства и сравнение при ръчно и автоматизирано хранене

Предимства	Автоматизация	Ръчно подаване	скала Малка ферма	скала Средна ферма	скала Голяма ферма
По-точно и консистентно хранене	✓ По-голяма точност на хранителните дози	✗ По-голям риск от неправилно хранене	1	6	9
По-голяма ефективност и икономия на време	✓ Необходимост от по-малко човешки ресурси	✗ Изисква повече време за подаване на храна	10	10	9
Минимални загуби на храна	✓ Минимални загуби на храна	✗ Повече загуби от неправилно хранене	6	10	10
По-добър контрол и мониторинг	✓ По-добър контрол и мониторинг	✗ По-ограничени възможности за контрол	6	9	10
По-ниски операционни разходи	✓ По-ниски операционни разходи	✗ По-високи операционни разходи	1	8	10

(източник: авторско проучване)

➤ Процес „Диагностициране и лечение“

Беше доказано, че процесите на диагностика и лечение демонстрират висока степен на зависимост от автоматизацията, независимо от мащаба на стопанството (табл. 1.4). Наблюдава се тенденция на по-силно въздействие при по-малки ферми, поради възможността за споделено използване на ветеринарни ресурси и по-голямата чувствителност към загуби. Това обуславя по-висока мотивация за внедряване на телемедицински и дистанционни технологии.

Таблица 1.4 – Предимства и сравнение при ръчно и автоматизирано диагностициране и лечение

Предимства	Автоматизация	Ръчно диагностициране и лечение	скала Малка ферма	скала Средна ферма	скала Голяма ферма
По-бърз и точен процес на диагностициране	✓ По-бързи и по-точни резултати	✗ По-бавно и неточно диагностициране	10	10	8
По-ефективно и индивидуализирано лечение	✓ Индивидуално настройване на лечението	✗ По-ограничени възможности за индивидуализирано лечение	10	8	6
Минимални рискове от човешка грешка	✓ По-малко вероятност за човешка грешка	✗ По-голям риск от човешка грешка	10	9	8
По-добър мониторинг на здравословното състояние	✓ По-прецизно мониториране на здравословното състояние	✗ По-ограничени възможности за мониторинг	10	9	8
По-ниски операционни разходи	✓ По-ниски операционни разходи	✗ По-високи операционни разходи	10	9	8

(източник: авторско проучване)

➤ Процес „Управление на пасищата“

Автоматизацията при управление на пасищата има няколко направления (табл. 1.5). Основните направления включват изграждане на огради/електронни пастири и възможността да се управляват отделни участъци (падоци) с цел оптимално използване на природните ресурси и

планиране на тревостоя. Това са основните направления, в които се развива теорията и практическите разработки.

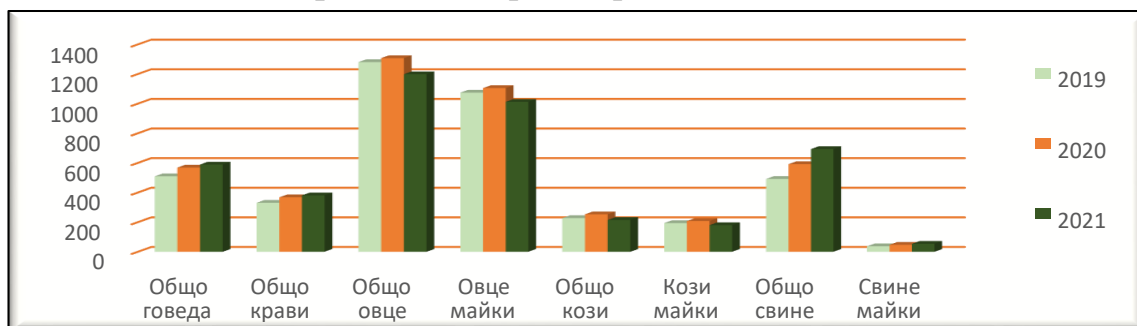
Таблица 1.5 – Предимства и сравнение при ръчно и автоматизирано управление на пасищата

Предимства	Автоматизация	Ръчно управление на пасищата	скала Малка ферма	скала Средна ферма	скала Голяма ферма
По-ефективно използване на площта	✓ Оптимално използване на пасищата	✗ По-голяма вероятност за неравномерно използване на площта	3	6	8
По-добър контрол върху добива на фураж	✓ По-добър контрол върху добива на фураж	✗ По-малко контрол върху добива на фураж	1	6	8
По-малко рискове от прекомерно стъпкване	✓ По-малко рискове от прекомерно стъпкване	✗ По-големи рискове от прекомерно стъпкване	1	8	6
По-ниски операционни разходи	✓ По-ниски операционни разходи	✗ По-високи операционни разходи	1	8	6

(източник: авторско проучване)

Според Агростатистическите изследвания (Табл. 1.6, Табл. 1.7 и Фиг. 1.2), броят на животновъдните стопанства в страната намалява с изключително бързи темпове за сметка на увеличаването на средния брой животни в стопанството. Тоест тенденцията е към уедряване на бизнеса.

В същото време броят на животновъдните обекти е относително много по-малък, съгласно официалните регистри на БАБХ.



Фигура 1.2 – Брой на животните в България (източник: Агростатистика)

Таблица 1.6 – Брой на стопанствата и животните в България по видове, категории и години

Таблица 3.1. Стопанства и отглежданите в тях селскостопански животни* по видове и категории
Table 3.1. Livestock breeding holdings and number of heads* by species and categories

Видове и категории животни	Стопанства Holdings				Животни Heads			
	2010	2013	2016	2020	2010	2013	2016	2020
Общо говеда	95 357	69 564	54 376	31 425	576 339	576 280	584 177	612 122
Крави (общо)	86 210	63 101	48 714	28 612	347 291	348 282	365 975	391 981
в т.ч. млечни крави	85 454	61 173	39 603	19 738	327 462	308 516	276 923	237 159
в т.ч. други крави	1 113	2 993	9 932	9 955	19 829	39 766	89 052	154 822
Юници на 2 години и повече	5 355	2 887	2 199	2 096	24 719	13 805	17 191	14 230
Мъжки говеда на 2 години и повече	2 624	3 019	2 414	2 914	6 456	5 340	5 756	10 287
Юници от 1 до 2 години	11 008	8 823	7 906	6 365	39 025	49 127	51 308	51 005
Мъжки говеда от 1 до 2 години	6 064	3 654	3 483	6 654	17 381	12 303	16 180	35 139
Телета под 1 година	48 076	43 382	28 515	16 579	141 467	147 423	127 767	109 480
Общо биволи	1 028	648	545	654	10 038	9 962	13 762	22 027
Биволици	817	467	390	459	6 323	6 154	8 428	14 577
Малакини на 1 година и повече	246	170	188	232	984	1 198	2 224	3 004
Мъжки животни на 1 година и повече	238	163	197	286	636	629	922	1 455
Малачета под 1 година	449	338	287	328	2 095	1 981	2 188	2 991
Общо еднокопитни	92 806	48 783	23 160	9 437	112 632	62 541	42 328	30 138
Общо кози	84 582	45 416	26 744	11 951	388 866	285 619	267 652	246 580
Кози майки и млади женски кози за разплод	84 121	44 945	26 688	11 867	344 302	261 893	234 615	220 352
Други кози	14 391	8 798	7 550	5 031	44 564	23 726	33 037	26 228
Общо овце	91 793	57 201	39 094	22 350	1 415 181	1 353 086	1 317 323	1 290 314
Овце майки и млади женски овце за разплод	91 133	56 494	38 759	22 086	1 272 477	1 244 414	1 179 226	1 164 948
Други овце	19 999	17 875	17 808	12 244	142 704	108 672	138 097	125 366
Общо свине	82 265	50 104	30 143	3 367	670 469	573 633	668 013	641 978
Женски свине за разплод	15 235	4 831	3 349	612	73 547	55 414	62 637	65 924
Прасенца до 20 кг	3 963	2 167	969	330	140 881	100 040	116 057	180 586
Други свине	75 478	48 106	28 583	3 011	456 041	418 179	489 319	395 468

(източник: Агростатистика)

Таблица 1.7 – Брой на стопанствата и животните в България

Брой на стопанствата и животните в България към 1-ви ноември 2021 г.										
Показатели	Говеда общо	Крави общо	Биволи общо	Биволици	Свине общо	Свине майки	Овце общо	Овце майки	Кози общо	Кози майки
Животни (хил. бр.)	589.5	381.4	21.6	15.4	694.7	54.3	1 199.5	1013.2	215.0	179.8
Изменение 2021/2020	3.7%	3.8%	6.9%	9.2%	17.3%	16.8%	-8.3%	-8.4%	-15.2%	-13.4%
Стопанства (хил. бр.)	25.5	24.0	0.6	0.5	1.5	0.3	19.3	18.9	9.2	9.1
Изменение 2021/2020	-9.9%	-8.0%	0%	0%	-28.6%	-25.0%	-2.0%	-3.1%	-10.7%	-10.8%
Среден брой животни в стопанство	23.1	15.9	36.0	30.8	463.1	181.0	62.2	53.6	23.4	19.8
Изменение 2021/2020	15.0%	12.9%	6.9%	9.2%	64.3%	55.7%	-6.4%	-5.5%	-5.0%	-3.0%

(източник: Агростатистика)

Синдромът „виртуални животни“ е породен от липсата на консистентност в данните на държавата и фермите и се забелязва при съпоставка на данните. Висока степен на влияние оказва и неравномерната концентрация по региони, както и липсата на достатъчно площи за

естествени пасища. Това оказва негативно влияние на развитието на животновъдния сектор.

➤ Процес „Синхронизиране на запложданията“

Таблица 1.10 – Предимства и сравнение при ръчно и автоматизирано синхронизиране на запложданията

Предимства	Автоматизирано синхронизиране	Ръчно синхронизиране	Овце месодайно	Овце млечно	Крави Месодайно
По-голяма точност на времето за заплождане	✓ По-точно определяне на периода за заплождане	✗ По-голяма вероятност за грешки в определянето на периода за заплождане	10	10	10
По-голяма вероятност за успех при заплождане	✓ По-голяма вероятност за успешни заплождания	✗ По-намалена вероятност за успешни заплождания	8	9	10
По-ефективно използване на генетични ресурси	✓ По-добро управление на генетичния потенциал	✗ По-ограничени възможности за управление	6	6	10
По-ниски операционни разходи	✓ По-ниски операционни разходи	✗ По-високи операционни разходи	1	1	8

(източник: авторско проучване)

➤ Процес „Планиране на продукцията“

Резултатите показват, че системите за планиране на продукцията се прилагат предимно в големи стопанства, където стратегическото управление е тясно свързано с висока степен на автоматизация и разширени механизми за контрол (табл. 1.11). Въпреки това, рентабилността остава силно зависима от външни и трудно предвидими фактори, което поставя под въпрос ефективността на мащабното разрастване като универсална стратегия за повишаване на печалбата.

Таблица 1.11 – Предимства и сравнение при ръчно и автоматизирано планиране на продукцията

Предимства	Автоматизирано планиране	Ръчно планиране	Коеф. Малка ферма	Коеф. Средна ферма	Коеф. Голяма ферма

По-голяма точност на прогнозите за производство	✓ По-точни прогнози за производство	✗ По-неточни прогнози за производство	1	7	10
По-ефективно използване на ресурсите	✓ По-добро използване на работна сила, суровини и оборудване	✗ По-намалено използване на ресурсите	1	10	10
По-намалени загуби от непродажни продукти	✓ По-малко загуби от непродажни продукти	✗ По-големи загуби от непродажни продукти	3	10	10
По-ниски операционни разходи	✓ По-ниски операционни разходи	✗ По-високи операционни разходи	10	10	10

(източник: авторско проучване)

Изводи от първа глава

1. Теоретичния преглед показва, че дигитализацията е важна необходимост в съвременната животновъдна ферма. Бъдещото развитие на дигитализацията като процес е неизменна част от управлението на животновъдството. За целта са необходими знания, умения и компетенции в областта на дигиталните технологии.

2. Изборът на печеливша стратегия за дигитализация на всяка конкретна фирма зависи от много фактори, а директното копиране на бизнес модел от една на друга ферма не винаги е най-рентабилно. Анализът показва, че отделно погледнато би било най-рентабилно да се управлява голяма говедовъдна ферма „млечно направление“, ако съществуват достатъчно ресурси за първоначалната инвестиция и поддръжката ѝ. Но тъй като почти никога ресурсите не са достатъчни, а и тези ферми са сред най-уязвимите по отношение на здравословното състояние на биологичните активи, това би могло да бъде и най-рисковата инвестиция.

3. В месодайното направление (и крави, и овце) – увеличението на мащаба зависи от етапите от агрохранителната верига, които покрива компанията. Обичайно е по-правилно проектирането на фермата да започне от пазара през ресурси като пасища и квалификация на работната ръка за да

се минимизират рисковете. Според анализа тук са най-рентабилни средните ферми. В случай, че се разглежда семейна ферма със зооинженер или ветеринарен лекар между собствениците/управителите на фермите, развитието на компанията зависи от пазара на крайния продукт, а не от техниката и дигитализацията.

4. Изграждането дигиталната стратегия на „идеалната ферма“ зависи от всички изброени фактори и би следвало да се планира и оценява предварително, съгласно всички критерии, като се отчита комплексността на оценката.

5. За да се изгради и оптимизира бизнес моделът на „идеалната ферма“, трябва да бъде създадена **дигитална стратегия** за всяка конкретна фирма с критерии за оценка, продиктувани както от икономическата гледна точка, така и съответстващи на визията на компанията и компетентността на персонала.

ВТОРА ГЛАВА

ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ЖИВОТНОВЪДНИ ФЕРМИ – ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ВЪЗМОЖНОСТИ

В точка 1 на Втора глава е разгледана *класификацията на процесите и техническите решения в зависимост от вида животни и начинът им на отглеждане.*

Управлението на животновъдна ферма може да бъде цялостно дигитализирано чрез интегрирани автоматизирани системи, които оптимизират трудовите процеси, контрола и проследимостта, независимо от мащаба и структурата на стопанството.

В параграф 1, точка 1 на Втора глава е разгледан *процесът автоматизирано хранене.* Извършва се със системи, които автоматично

разпределят фураж въз основа на предварително зададени графици и количества.

Класификацията на цифровите системи за управление на храненето на животните обхваща различни подходи, които използват технологиите за подобряване на управлението на храненето на добитъка. Тези системи могат да бъдат широко категоризирани въз основа на техните оперативни принципи, технологична интеграция и специфичните животински видове, към които са насочени (Табл.2.1).

Таблица 2.1 - Процес Автоматизирано хранене

	ГРУПОВО	Индивидуално
По цел	За уговяване	За контрол и по-добра селекция
Използвани средства	Дозираща система, „фуражна кухня“ стационарна, миксиращо ремарке, транспотни фуражни ленти	Дозиращи системи в комплект с идентификация
Средства за осъществяване на процеса	Системи за управление и отчитане, кантари при силозите, кантари в ремаркетата, камери по предварително зададена схема за групата	Идентификационна система в комплект с дозираща, обикновено по предварително зададена рецепта в зависимост от физиологичното състояние на животното
Средства за осъществяване на контрол върху резултата	Групово/селективно теглене. Контрол върху себестойността на прихода	Резултата се приема че е равен на планирания, тъй като това решение не предполага човешка намеса
Влияние върху друг процес	Мениджмънта на стадото; Контрол върху складовите наличности на ресурсите; Пряка себестойност на продукцията, тъй като над 70% от себестойността се формира от храната	
Използва се при	Всички животни определени за продукция месо; Специфично за подрастващи агнета/телета след отбиване и млекозаместителя. При подхранване с концентриран фураж на всички животни в зависимост от конкретното физиологическо състояние.	Свине майки в по-голямата част от жизнения си цикъл са отглеждани в индивидуални боксове и тази система гарантира висок прираст в брой животни. Системата се използва и при крави, но в много-по ограничен мащаб предимно с научна и селекционна цел.

(източник: авторско проучване)

Изводът от този параграф е, че класификацията на цифровите системи за управление на храненето на животните разкрива разнообразен пейзаж от технологични приложения, насочени към подобряване на здравето на животните, хуманното отношение към тях и ефективността на производството. Интегрирането на цифрови технологии, прецизни стратегии за хранене и устойчиви практики е от съществено значение за напредъка в областта на управлението на храненето на животните.

В параграф 2, точка 1 на Втора глава е изследван *процесът мониторинг на здравето*. Осъществява се чрез комбинация от сензори (поставени върху или в животните), които проследяват различни здравни показатели (като температура, активност, преживане) и софтуерни приложения, обработващи данните.

Изводът от този параграф е, че IoT решенията за мониторинг на здравословното състояние на животните предлагат значителни предимства за фермерите, включително подобряване на здравето на животните, оптимизация на производствените процеси и намаляване на разходите. Въпреки това, успешното внедряване на тези технологии изисква внимателно планиране, оценка на разходите и обучение на персонала. С правилния подход, IoT може да трансформира животновъдството и да осигури устойчиво бъдеще за сектора.

В параграф 3, точка 1 на Втора глава е разгледан *процесът доене - доилни работи*. Пътят на млякото до крайния клиент преминава през няколко етапа, от издояване на животното, през временно съхранение и транспорт до преработка и създаване на крайния продукт, както и системи за отчитане и контрол на качеството в различни точки.

Доилните системи в животновъдството варират от ръчни до напълно роботизирани решения, като степента на автоматизация е пряко свързана с възможностите за индивидуално измерване, идентификация и интеграция

със системи за здравен мониторинг, което повишава ефективността и качеството на продукцията.

Таблица 2.2. Анализ на животновъдните ферми в България: Регионална структура и използване на технологии

Регион	Тип животни	Общо на брой ферми	Процент на ферми с доилни зали	% ферми, използващи софтуер
Северозападен	Крави	150	50%	30%
	Овце	200	25%	15%
	Биволи	30	60%	40%
	Кози	50	20%	10%
Северен централен	Крави	200	55%	35%
	Овце	300	30%	20%
	Биволи	50	50%	30%
	Кози	80	25%	15%
Южноцентрален	Крави	180	65%	40%
	Овце	350	35%	25%
	Биволи	40	70%	50%
	Кози	60	30%	20%
Югозападен	Крави	250	60%	45%
	Овце	150	40%	25%
	Биволи	20	80%	60%
	Кози	70	35%	15%

(източник: Агростатистика)

Изводът от този параграф е, че цифровизацията на процеса на доене предлага множество възможности за повишаване на производителността, устойчивостта и хуманното отношение към животните в млекопроизводството. Интегрирането на IoT, AI и технологии за автоматизация може да трансформира традиционните практики, позволявайки на фермерите да отговорят по-ефективно на предизвикателствата, породени от нарастващото глобално население и нарастващото търсене на млечни продукти. Въпреки това, от решаващо значение е да се обърне внимание на социално-етичните последици от тези

постижения и да се гарантира, че всички фермери имат достъп до инструментите и обучението, необходими за просперитет в цифрова аграрна среда.

В параграф 4, точка 1 на Втора глава е *разгледан процесът по контрол на околната среда*. Това са автоматизирани системи за контрол на температурата, влажността и вентилацията на обора.

Анализът показва, че ефективното управление на микроклимата чрез автоматизирани системи за контрол на температура, влажност и вентилация е от съществено значение за хуманното отношение, продуктивността и енергийната ефективност в млекопроизводството.

Изводът е, че ефективното управление на микроклимата е жизненоважно за хуманното отношение към млечните крави и устойчивостта на кравефермите. Чрез оптимизиране на условията на околната среда фермерите могат да подобрят производството на мляко, да намалят разходите за енергия и да подобрят цялостното здраве на добитъка. Интегрирането на напреднали технологии и практики за стратегическо управление ще бъде от съществено значение за справяне с предизвикателствата, породени от изменението на климата, и за гарантиране на дългосрочната жизнеспособност на млекопроизводството.

В параграф 5, точка 1 на Втора глава е разгледан *процесът по управление на оборския тор*. Извършва се чрез автоматизирани системи за събиране и изхвърляне на оборски тор. Те са *базирани на сензори и софтуер, подобряват ефективността на ресурсите, намаляват разходите и емисиите, и допринасят за устойчивото земеделие чрез оптимизирано приложение на хранителни вещества*.

Изводът е, че управлението на оборския тор чрез автоматизация представлява важен аспект от съвременното животновъдство. Внедряването на автоматизирани системи не само оптимизира процесите, но и подобрява рентабилността на сектора. Чрез намаляване на разходите, увеличаване на

производителността и подобряване на качеството на продукцията, автоматизацията играе ключова роля в устойчивото развитие на животновъдството.

В параграф 6, точка 1 на Втора глава е разгледан *процесът по управление на пашата*. Дигитализацията на този процес се осъществява чрез GPS и IoT-базирани системи за управление на моделите на паша и ротацията на пасищата.

Процесът по управление на пашата е дигитализиран чрез GPS, IoT и ГИС технологии, които позволяват проследяване на животните в реално време, анализ на пространствени данни и оптимизация на ротацията на пасищата. Интеграцията на електропастири и виртуални огради допринася за устойчиво използване на ресурсите, намаляване на екологичните рискове и подобряване на благосъстоянието на животните, като тези технологии се утвърждават като ключов инструмент за модерно и екологично животновъдство.

Изводът е, че ГИС решенията, GPS технологиите и електропастирите представляват важни инструменти за управление на пашата, които предлагат нови възможности за устойчиво управление на ресурсите. Чрез интегрирането на тези технологии, фермерите могат да подобрят ефективността на своите практики, да минимизират негативните екологични въздействия и да осигурят по-добро благосъстояние на животните. В бъдеще, продължаващото развитие на тези технологии и тяхното приложение в различни контексти ще бъде от съществено значение за устойчивото управление на аграрните системи.

В параграф 7, точка 1 на Втора глава е разгледан *процесът мониторинг на репродукцията*.

Дигитализацията на процеса по репродуктивен мениджмънт чрез сензори, GPS, RFID и биотехнологии позволява проследяване на физиологични състояния и поведение в реално време. Подобрява

репродуктивната ефективност и допринася за устойчивостта на животновъдството, като същевременно изисква преодоляване на предизвикателства, свързани с достъпа до технологии и обучение на фермерите.

В заключение е изведено, че дигитализацията на процесите на репродуктивен мониторинг в животновъдството е трансформиращо развитие, което обещава да повиши производителността, устойчивостта и хуманното отношение към животните. Чрез интегриране на модерни технологии и биотехнологични иновации фермерите могат да оптимизират репродуктивното управление, да намалят въздействието върху околната среда и да подобрят икономическите резултати. Въпреки това, справянето с предизвикателствата, свързани с приемането на технологиите, и осигуряването на справедлив достъп до тези иновации ще бъде от решаващо значение за реализирането на пълния потенциал на дигитализацията в репродукцията на добитъка.

В параграф 8, точка 1 на Втора глава е разгледан ***процесът мениджмънт на стадото***. Този процес включва планиране, отчетност и контрол на всички процеси в животновъдния бизнес, анализ на себестойността и рентабилността.

Мениджмънтът на стадото представлява интегрирана система, обединяваща ключови процеси като здравен мониторинг, хранене, доене, репродукция и реализация, с цел ефективно планиране и контрол. Практическите изследвания показват, че използването на несвързани софтуерни приложения води до фрагментирано управление, неточна себестойност и липса на проследимост.

Внедряването на интегрирани цифрови решения, съчетани с хардуерни устройства (млекомери, кантари, четци за идентификация) и нормативно регламентирана идентификация, е от съществено значение за

прецизно управление, селекционна ефективност и икономическа устойчивост.

Дигитализацията на процеса още от раждането на животното намалява грешките в селекцията и повишава точността при разпределяне на разходите, което води до по-добро стратегическо управление и повишена икономическа стойност на биологичните активи.

Важно условие за дигитализация на който и да е процес, свързан с мениджмънт на стадото е необходимостта от дигитализация на ИДЕНТИФИКАЦИЯТА на животните.

В точка 2 на Втора глава са обследвани ***възможностите и проблемите на различните системи за идентификация на животните.***

В параграф 1, точка 2 са разгледани ***видовете четци, разграничени по функционалност.***

➤ **Четец с памет** – варира от 2000 до 20000 идентификационни тага. Технологията за работа на този клас четци е „офлайн“, с ограничена функционалност и възможност за дублиране на записи, което го прави надежден брояч. Подходящ е като начална стъпка към дигитализация на процеса поради ниска цена и еднократна инвестиция.

➤ **Информативна система четец-дисплей** - онлайн четец, предаващ данните директно в „облака“. Информацията се визуализира на телефон, таблет, компютър, предоставяйки „досието“ на конкретното животно или насоки за предвиденото действие с това животно. Системата може да служи при оценка, при броене (инвентаризация), тъй като дублаж е невъзможен.

➤ **Интерактивна система четец – софтуер** е система за визуализация на досието на конкретното животно и възможност за индивидуално записване на информацията от проведените действия обратно в системата. Представлява напълно функционираща онлайн/офлайн система с двупосочна връзка. Чрез нея се генерират предварително подготвени списъци и се дава възможност за съпоставка на данните в реално време. Тъй

като връзката е двупосочна, в реално време се отбелязват мероприятията и дейностите извършени с животните. Двупосочната връзка дава възможност да се инициират и допълнителни действия от оператора – създаване на временни списъци, отразяване на непланирани действия и коригиране на данните (премаркиране) на конкретни животни.

➤ На базата на интерактивната система четец - софтуер по време на подготвяне на дисертационния труд се създаде и прототип **„Изкуственият интелект в помощ на репродукцията на овце“**. Системата генерира най-подходящия „случен план“ за всяко животно, като избягва инбридинга и комбинира най-добрите продуктивни показатели за породата на база на исторически данни за всяко животно и/или неговите родители. Проектът, инспириран от дисертационния труд, насочва селекционната дейност в качествено нова посока.

В параграф 2, точка 1 на Втора глава са разгледани **видовете четци на ушни марки, разграничени по ползвател.**

- **Ползвател ФЕРМЕР.**
- **Ползвател ВЕТЕРИНАРЕН ЛЕКАР**
- **Ползвател СЕЛЕКЦИОНЕР / ЗООИНЖЕНЕР**

Анализирането на различни дизайни и технически параметри на четците цели определяне на най-удачният четец за всеки конкретен процес и ползвател. Изведената от практиката класификация дава реалистичен поглед върху развитието на процеса на дигитална трансформация във всички участващи в него субекти.

Системите за идентификация на животните са фундаментален компонент в дигиталното управление на животновъдния бизнес. Четците се разграничават по честота, тип и функционалност. Стандартната честота 134,2 kHz, съгласно ISO 11784/11785, е задължителна за дребните преживни животни (ДПЖ) в ЕС, но има ограничен обхват на четене, което затруднява автоматизацията при по-големи животни или в пасищни условия. За

мениджърски цели се използват и допълнителни технологии като HDX и 868 MHz, които позволяват дистанционно четене и по-голяма оперативна ефективност. Четците се класифицират като ръчни, стационарни и комбинирани, а по функционалност – от базови устройства с памет до интерактивни системи с двупосочна връзка и интеграция със софтуер за управление на стадото.

В контекста на бизнес управлението, ERP системите за животновъдство трябва да надграждат стандартните модули с функционалности, специфични за биологичните активи, като: идентификация, здравен мониторинг, продуктивност и селекция. Това налага адаптация на класическите ERP философии, тъй като продукцията (напр. мляко) е променлива величина, а себестойността зависи от множество биологични и екологични фактори. Специализирани решения като Herdwatch, AgriWebb, Uniform-Agri, както и българските FermaWeb и Агросистеми, демонстрират възможностите за интегрирано управление – от фуражния цех до крайния продукт.

Интеграцията между хардуерни устройства, софтуерни платформи и държавни регистри (напр. ВетИС, СЕУ, НАП) е критична за постигане на пълна проследимост, точност на данните и устойчиво управление. ERP системите могат да подпомогнат не само икономическата ефективност, но и екологичния мониторинг, като предоставят инструменти за анализ на ресурсите и управление на въздействието върху околната среда. Изследванията показват, че цифровизацията в животновъдството води до подобро здравеопазване на животните, по-бърза реакция при заболявания и по-добро благосъстояние на стадото.

В заключение, ERP системите за управление на животновъдството предлагат множество предимства, включително подобряване на производителността, управление на ресурсите, мониторинг на здравето на животните и оптимизация на финансовите процеси. Чрез интегриране на

различни аспекти на управлението, ERP системите могат да помогнат на фермерите да реагират на предизвикателствата на съвременната животновъдна индустрия и да осигурят устойчиво развитие на сектора.

В точка 2 на Втора глава е ***представен теоретичен икономически модел за управление на „Идеалната животновъдна ферма“***

В параграф 1, точка 2 е разгледан ***моделът „Идеалната ферма“ в зависимост от участниците – ветеринарен лекар, селекционер, фермер***

➤ **Гледната точка на ВЕТЕРИНАРНИЯТ ЛЕКАР:**

Необходимост за идентификация на животните при тяхното лечение, обезпаразитяване, имунопрофилактика, изследване на състояние, вземане на проби за общото състояние на конкретното животно и стадото като цяло.

➤ **Гледната точка на СЕЛЕКЦИОНЕРА / ЗООИНЖЕНЕРА**

➤ **Гледната точка на ФЕРМЕРА**

От гледна точка на фермера, значение имат всички анализирани възможности за дигитализация, но освен тях, фермерът е основния източник на управленски решения с цел максимална икономическа реализация. В модела на „идеалната ферма“ са заложили дигитални решения, рационални от гледна точка на повишаване на количеството и качеството на продукцията и намаляване на себестойността.

Най-общо процесите във фермата, които са разгледани в настоящия труд могат да се класифицират на база на: видовете животни, които се отглеждат (крави, биволи; овце, кози; свине ...); начинът на отглеждане (пасищно, оборно, смесено); управленската структура на стопанството от гледна точка на собствеността върху бизнеса и квалификацията на оперативния и ръководния персонал.

Най условно фермите могат да се разделят на две групи – индустриално животновъдство и семейни и/или потомствени ферми, както и ферми, собственост на ветеринарни лекари или зооинженери.

- **Семейни ферми.** При тях дигитализацията зависи от работата на ветеринарния лекар и зооинженера (асоциацията).
- **Ферми, базирани на образованието на собственика / управителя.** Характерно за тях е, че са най-иновативни, търсещи практически решения, които да повишат тяхната реална ефективност и конкурентоспособност на пазара.
- **Фирми с изградена управленска структура, обикновено собственост на друг бизнес (инвеститор),** холдингови организации, които предпочитат по-сериозни инвестиции в „индустриално животновъдство“. Често тези ферми се създават от инвеститори за затваряне на производствения цикъл. Те могат да бъдат собственици на мандри/кланици, зърнопроизводители или инвеститори от други браншове.

Особено важно за повишаване на икономическата рентабилност на фермата е **кои процеси ще се дигитализират и как ще се осъществява връзката между тях.** Повечето фермери са автоматизирали голяма част от процесите, но планирането и отчетността често остават на „заден план“. За да се изчисли вярна себестойност и икономическа рентабилност е необходимо да се дигитализират всички процеси - хранене, ветеринарно-медицинските дейности, да се свърже с информацията за родословието и др. В зависимост от вида на фермата могат да се дигитализират само част от процесите или да се проследяват по-подробно определени физиологични състояния.

В параграф 2, точка 2 на Втора глава е направен ***анализ на инвестициите в теоретичния модел.***

За оценяване на инвестиционните разходи при внедряване на дигитални решения е приета следната методика:

- Допуснато е, че за всеки тип процес (група процеси) се оценява един от възможните доставчици и осреднена стойност на разходите.

- При анализа е прието, че всяко решение е се оценява самостоятелно, без да се търси комплексност и намаляване на инвестициите от мащаба.

Тази методика позволява да се приложи моделът за различни по големина и начин на управление фирми.

В табл. 2.3 са посочени автоматизирани процеси и разходите за тях.

Таблица 2.3 – Таблица на автоматизирани процеси и разходи.

В таблицата е направен разчет за приблизително 150 крави

Процес	Описание	Първоначални инвестиционни разходи (Евро)	Фиксирани разходи (Евро на година)	Цена на животно (Евро на година, без първоначални)
Автоматизирано хранене	Системи, които автоматично разпределят фураж въз основа на предварително зададени графици и количества	133 000	9 600	64
Мониторинг на здравето (DeLeval)	Сензори за носене - за проследяване на здравни показатели като температура, активност и преживяне	69 000	12 400	69
Доилни работи (Lely.com)	Автоматизирани доилни системи за млечни крави	240 000	24 900	166
Контрол на околната среда (CowAir.com)	Автоматизирани системи за контрол на температурата, влажността и вентилацията на обора	21 300	1 950	13
Управление на оборския тор (Patura.com)	Автоматизирани системи за събиране и изхвърляне на оборски тор	51 000	3 240	18
Управление на пашата (Feedlync.eu)	GPS и IoT-базирани системи за управление на моделите на паша и ротацията на пасищата	31 500	10 800	72
Мониторинг на репродукцията (Cowealthy/WiCow.io)	Системи за проследяване на циклите на еструса и оптимизиране на графиците за размножаване	23 000	2 560	17

Системи за сигурност	Камери за наблюдение и автоматизирани порти за охрана на фермата	12 400	2 500	10
----------------------	--	--------	-------	----

(източник: авторско проучване)

В параграф 3, точка 2 на Втора глава е разгледана **дигитализацията при управлението тревостоя на пасищата** чрез прилагане на съвременни технологии като дроне, сензори, геоинформационни системи (ГИС), изкуствен интелект (AI), машинно обучение и IoT. Доказано е, че тези технологии допринасят за устойчиво управление на пасищните ресурси чрез мониторинг на растителността, прогнозиране на растежа, оптимизация на водните и почвените ресурси и намаляване на екологичния отпечатък. Акцентираща се върху необходимостта от интегрирани цифрови платформи, които да подпомагат фермерите в процеса на вземане на решения, както и нуждата от допълнителни изследвания относно социално-икономическите ефекти от внедряването на тези технологии в аграрните общности.

В параграф 4, точка 2 на Втора глава е разгледана **дигитализацията при преработката на животинска продукция - кланици, месопреработващи предприятия, мандри (партидности, етикетирание)**. Изготвена е систематизация на възможностите за дигитализация на процесите при преработката на животинска продукция – в кланици, месопреработвателни предприятия и мандри, като част от веригата „от фермата до вилцата“. В рамките на анализа са идентифицирани ключовите процеси, подлежащи на автоматизация, включително: вход и проследимост на животните, колене, транжиране, управление на субпродукти, технологични карти, управление на партидите, етикетирание, складови наличности и административно-търговски дейности. Подчертава се необходимостта от интеграция между хардуерни устройства (електронни кантари, четци, RFID и баркод системи) и софтуерни решения за постигане на проследимост, намаляване на загубите и повишаване на ефективността. Представен е модел за дигитализация на кланицата и мандрата, който изисква минимални инвестиции в оборудване,

но осигурява значителни ползи чрез автоматизирано събиране и анализ на данни, свързани с продукцията и нейната себестойност.

В параграф 5, точка 2 на Втора глава е разгледан ***човешкият фактор в животновъдството при роботизиране и автоматизиране на технологични операции.***

Анализът показва, че въпреки значителните предимства на дигитализацията и автоматизацията за повишаване на ефективността, устойчивостта и прецизното управление на ресурсите, тяхното внедряване води до съществени социални трансформации в селските райони. Недостатъчната дигитална култура, липсата на инфраструктура и квалифицирани кадри затруднява реалното прилагане на технологиите, особено в уязвими общности. Високата степен на автоматизация променя трудовата структура и изисква нови знания и умения, което създава риск от социално изключване. За гарантиране на устойчиво развитие на аграрния сектор и изхранване на населението до 2050 г., е необходимо стратегическо планиране, инвестиции в обучение и политики за подкрепа на засегнатите общности, особено в контекста на навлизането на изкуствения интелект.

В параграф 6, точка 2 на Втора глава са разгледани ***стимулите и предизвикателствата за цифровизация на земеделските стопанства в ОСП.*** Анализирани са принципът на изплащане на субсидиите и до каква степен това зависи от системите за идентификация на животните и респективно от нивото на дигитализация на фермите и контролните органи.

В рамките на дисертационния труд е анализиран казусът с т.нар. „виртуални овце“ – практика, при която се декларират несъществуващи животни с цел неправомерно получаване на субсидии. Изяснено е, че основните предпоставки за това са: липсата на дигитализация в „реално време“, използването на офлайн технологии за идентификация, слаба интеграция между информационните системи на БАБХ, РВЛ и развъдните организации, както и размита отговорност между участниците в процеса.

Изчисленията показват, че при 10% отклонение от реалния брой овце, държавният бюджет търпи загуби в размер на над 9,1 млн. лв. годишно от директни плащания, субсидии за пасища и заплатени ветеринарни манипулации. В отговор на този проблем са предложени конкретни технологични и нормативни решения, включително: въвеждане на автоматизирана идентификация чрез IoT устройства, изграждане на софтуерни шлюзове за директна връзка с ВетИс, интеграция на системите на РВЛ и развъдните асоциации, както и използване на алгоритми за автоматичен риск анализ чрез изкуствен интелект.

В края на точка 2 са формулирани следните изводи:

Дигитализацията на животновъдството е ключов елемент от бъдещето на аграрния сектор и човечеството. Храната и нейното производство са част от природните потребности, с които сме длъжни да се съобразяваме. Увеличаващата се потребност от производство на качествена храна при спазване на принципите за хуманно отношение предполага въвеждането на иновации в бизнеса с бързи темпове. Дигитализацията и автоматизацията на животновъдството представляват важни фактори за бъдещето на селските райони. Те носят както възможности, така и предизвикателства за социалното и икономическото развитие. За максимизиране на ползите и минимизиране на рисковете е необходимо стратегическо планиране и подкрепа от страна на правителствата и общностите. Със съвместни усилия, селските райони могат да преодолеят предизвикателствата и да извлекат максимална полза от технологичните иновации в животновъдството.

Въпреки положителните аспекти, дигитализацията и автоматизацията поставят редица предизвикателства пред селските райони. Необходимостта от значителни инвестиции в нови технологии и обучение на работната ръка може да бъде пречка за малките и средните предприятия. Освен това, съществува риск от социално изключване на онези, които не могат да се адаптират към новите условия на труд.

Намаляването на работните места и свързаното понижаване на стандарта на живот в малките общини води до повишаване на дефицита от качествена работна ръка. Миграцията и демографския срив само подчертават подобна възможност. Само чрез научни изследвания, дискусии и форуми могат да се преодолеят негативните тенденции и да се обърне тренда в положителен.

Ролята на Държавата за ускоряване на процеса на дигитализация е ключова. Грешките в модела на субсидиране, коригирани чрез неефективни информационни системи и смесването на контролни и оперативни функции на ниво централизирани (държавни системи) измества фокусът на дигитализацията към администриране на процеса. Това добавя допълнителна административна тежест и силно намалява мотивацията на фермерите да внедряват иновативни решения. Толерирането на погрешния модел за субсидиране, базиран на брой регистрирани животни без връзка с реално съществуващите и произведената продукция, предполага дори намаляване на интереса към внедряването на дигитални технологии, като пренасочва усилията на фермерите към системи за манипулиране на данни и генериране на нереални отчети. Независимо от „печалния опит на Гърция“, феноменът „виртуални животни“ продължава да се толерира на ниво държавно управление.

Изграждането на теоретичен модел на „Идеалната ферма“ включва прецизиране на технологични решения и намирането на баланс между увеличаващите се нужди от качествена храна, рентабилност на бизнеса и хуманното отношение към животните. Между индустриализацията и традиционното животновъдство би могло да се постигне равновесие, което да не уврежда екологията и същевременно да се възползва от всички предимства на дигитализацията. Създаването на такъв модел, който да удовлетворява всички критерии е възможно, само ако е базиран на

дигитални технологии без да нарушава социално-икономическите принципи.

ТРЕТА ГЛАВА

ДИГИТАЛНИ РЕШЕНИЯ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНО ЖИВОТНОВЪДСТВО В Р БЪЛГАРИЯ

Трета глава е представена концептуална структура на участниците и информационните системи, участващи в процеса на дигитализация на фермата. Разгледани са ролите на фермерите, ветеринарните лекари, селекционерите, счетоводителите и държавните платформи като **ВетИс**, **ИАСРЖ** и **е-портала на НАП**.

Изследването е базирано на ERP системата „**FermaWeb**“ и нейното взаимодействие с хардуерни решения за идентификация, теглене и климатичен контрол, както и ERP „**Агросистеми**“ за проследяване на хранителната верига. Внедряването на тези системи в различна степен дава възможност за анализ на състоянието на дигитализацията в животновъдните стопанства. Изследването е ограничено до процесите по управление на стадото и реализацията на продукцията – месо и сурово мляко.

В точка 1 на Трета глава е представена *методиката на изследването*, проведено в периода 2022–2024 г. То включва теренни посещения в над 100 ферми в България и 10 в чужбина, както и събиране на данни чрез интервюта, дискусии и участия в научни събития. Използвани са аналитични, сравнителни и статистически методи. Анализирани са 45 ферми с различен профил, като изследването обхваща целия производствен процес – от технологията на отглеждане до реализацията на продукцията.

В точка 2 на Трета глава е направен *анализ на участниците в процеса по дигитализация на животновъдния бизнес*. Това са: фермите; РВЛ; селекционери; търговци на техника.

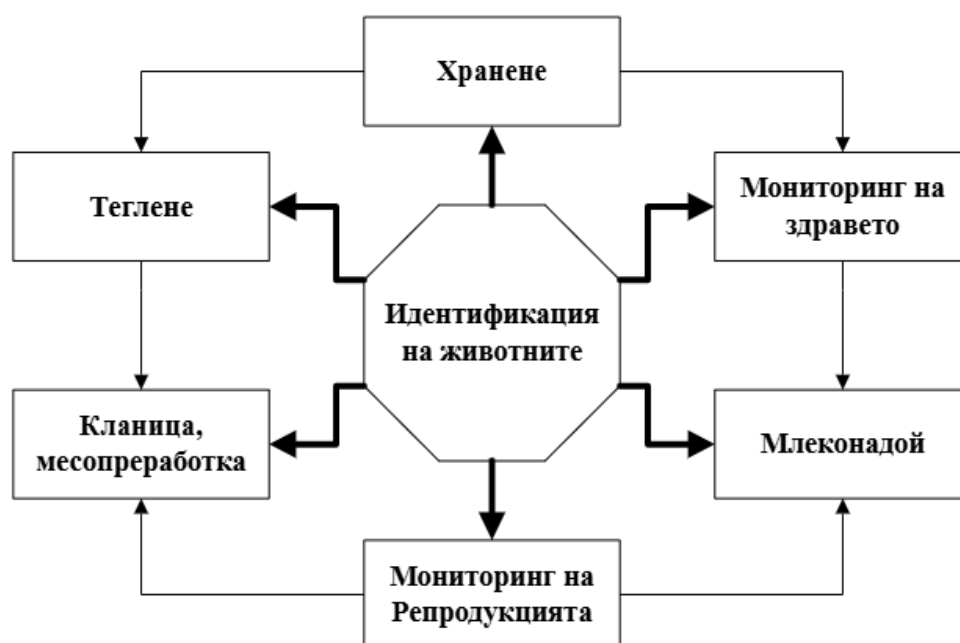
Изследването разкрива различия в нагласите и възприятията спрямо дигитализацията в зависимост от йерархичното ниво на участниците във фермите.

Основните предизвикателства включват: липса на компетентност за работа с технологии, сложност на предлаганите решения и отсъствие на цялостна стратегия за внедряване. В над 70% от фермите дигитализацията се осъществява фрагментарно, без достатъчно обучение и интеграция между системите. Само половината от стопанствата са готови да инвестират в повишаване на квалификацията.

Анализът показва, че макар българските ферми да изостават по реално внедрени иновации, предизвикателствата, с които се сблъскват, са сходни с тези в останалите страни от ЕС.

В точка 3 на Трета глава е разгледана *дигитализацията по процеси на управление на животновъдна ферма*.

Резултатите от изследването за възможностите за дигитализацията в животновъдството са разпределени и описани по процеси на управление на животновъдната ферма (Фиг. 3.1).



Фигура 3.1 - Карта на процесите при управлението на животновъдна ферма
(източник: авторско проучване)

Според д-р **Георги Йорданов** - изпълнителен директор на Изпълнителна агенция по селекция и репродукция в животновъдството (ИАСРЖ) **„Без идентификация на животните, няма селекция“**. Това съвпада с авторовата теза, че идентификацията е в основата на дигитализацията на мениджмънта на стадото на всяко конкретно животно. Анализът потвърди, че процесите са взаимосвързани и липсата на дигитализация в един процес води до недостиг на информация и влияе върху останалите.

В параграф 1, точка 3 на Трета глава е разгледан *процесът „Идентификация на животните“*.

Анализирано е състоянието на дигитализацията на този процес в 45 ферми. Резултатите показват, че макар много ферми да притежават оборудване за електронна идентификация, реалното му използване е ограничено и рядко интегрирано със системи за управление. Внедряването на FermaWeb подобрява процеса чрез автоматизация и синхронизация на данните в реално време.

Таблица 3.2. Дигитализация на процеса „Идентификация на животните“ – разпределение по брой ферми

	Овце	Кози	Крави	Биволи
Общ брой ферми	36	3	12	1
Дигитализация на брой ферми	20	1	8	0
Дигитализацията се използва реално в брой ферми	6	1	1	0
Съответния процес е свързан със системата за мениджмънт на стадото в брой ферми	1	1	1	0

(източник: авторско проучване)

В параграф 2, точка 3 на Трета глава е разгледан *процесът „Теглене на животни“* в 45 ферми, с фокус върху използването на електронни везни и връзката им със системи за управление на стадото.

Резултатите показват, че макар дигитализацията да е налице и реално използвана в 33 ферми, само в 9 от тях процесът е интегриран със система

за управление, като най-добра интеграция се наблюдава при свиневъдството. Резултатите са представени таблично

В параграф 3, точка 3 на Трета глава е разгледан **процесът „Автоматизиране на храненето“** и пасищно отглеждане на животни. Резултатите, представени таблично, показват, че електропастири се използват във всички ферми с говеда, а GPS проследяване – в половината от тях. Виртуални пастири все още не са внедрени. Над 50% от фермерите приготвят фуражите сами, като това води до подобрена конверсия на храната – до 12% при крави и 7% при овце.

Таблица 3.4. Разпределение по видове технологии подпомагащи пасищното отглеждане

Ферми	Овце/кози		Говеда	
	Бр. ферми	%	Бр. ферми	%
Общ брой изследвани	3		12	
електропастир	1	33 %	12	100 %
GPS проследяване	1	33 %	6	50 %
Виртуални пастири	0	0 %	0	0 %

(източник: авторско проучване)

В параграф 4, точка 3 на Трета глава е разгледан **процесът „Мониторинг на здравето на животните“** чрез външни устройства и IoT технологии. Анализирани са преносими лаборатории за соматични клетки и доилни зали с индивидуално проследяване на млякото, като внедряването е ограничено поради технически и кадрови предизвикателства. Тествани са IoT устройства като търбушни и вагинални болуси, които предават биометрични данни в реално време. Вагиналният болус демонстрира над 92% успеваемост при откриване на еструс, но технологията все още не е внедрена в България. Резултатите подчертават потенциала на дигитализацията за подобряване на здравния контрол, но и необходимостта от адаптация към местните условия.

В параграф 5, точка 3 на Трета глава е разгледан *процесът „Автоматизиране на доенето“* при овце и крави, с акцент върху ефективността, необходимите ресурси и степента на дигитализация. При овцете са анализирани различни типове доилни зали. Резултатите показват ниска степен на дигитализация и липса на индивидуално отчитане на млякото, което ограничава възможностите за мениджмънт. При кравите автоматизацията е по-развита, като внедряването на доилен робот **Lely** в една от фермите демонстрира значителни ползи – подобрен здравен контрол, повишено качество на млякото и намален човешки труд. Таблично са представени данни за време, оператори и инвестиции, като се подчертава потенциалът на дигитализацията за повишаване на рентабилността, особено при наличие на подходящ човешки ресурс.

В параграф 6, точка 3 на Трета глава са разгледани *процесите в кланица и при месопреработка*. Анализирана е дигитализацията на процесите по преработка на животинска продукция като част от цикъла „от полето до вилицата“. Изследвани са пет ферми със собствени кланици, три от които разполагат и с месопреработващи предприятия.

Дигитализацията обхваща оборудване, системи за проследяемост, управление на складови наличности и заявки. Само една от фирмите работи с напълно интегрирана система, докато останалите използват частични решения, което води до организационни затруднения. Липсата на интеграция между отделите може да доведе до сериозни загуби, както показва казус с провалена кампания и загуба на клиент. Резултатите подчертават значението на интегрираната дигитализация за ефективно планиране и управление на производствения цикъл.

В параграф 7, точка 3 на Трета глава е разгледан *процесът „Изкуствен интелект при управление на репродукцията в животновъдството“* - създаване на „случен план“.

Представен е един от основните приноси на дисертационния труд – разработването на иновативна система за управление на репродукцията с помощта на изкуствен интелект (ИИ). Системата подпомага селекционната дейност чрез автоматизирано предотвратяване на инбридинга, интелигентен подбор на генетични комбинации, синхронизиране на еструса и дистанционно събиране на биометрични данни. Изследването показва, че използването на ИИ в този процес води до значителни икономически ползи – подобрена продуктивност, намалени разходи за лечение и по-добро управление на хранителните ресурси. Това допринася за повишаване на ефективността и конкурентоспособността на животновъдните стопанства.

В точка 4 на Трета глава са разгледани *предизвикателствата при внедряване на дигитални решения в сектор животновъдство*.

Анализирани са ограниченията при финансиране на дигитални решения в животновъдството, като е предложен модел за субсидиране, базиран на доказана икономическа полза. Сред основните приноси е разработването на система за оценка на иновациите чрез сравнение между теоретичен и реален ефект след внедряване.

В параграф 2, точка 4 на Трета глава е разгледан проблемът с *липсата на мотивация и квалификация на персонала*.

Изследвани са причините за ниска мотивация и липса на квалификация, като е предложен подход за изграждане на индивидуален план за внедряване на дигитализация във всяка ферма. Подчертан е приносът на автоматизацията и ИИ за преодоляване на кадровите предизвикателства, както и необходимостта от връзка между образованието, науката и бизнеса.

В параграф 3, точка 4 на Трета глава е разгледан *контролът и подпомагането от страна на Държавата*.

Анализирани са слабостите в системата ВетИс на БАБХ и е предложен модел за ефективно взаимодействие между фермерските системи за

управление и държавната платформа. Сред основните приноси е разработването на интерфейс (API) и модули за автоматизирано подаване и синхронизиране на данни, които намаляват административната тежест и повишават точността на информацията.



Фигура 3.2 – Възможно взаимодействие на системите за управление на фермата с ВетИС на БАБХ в посока получаване и синхронизиране на данни с вътрешни записи (източник: *FermaWEB* – система за мениджмънт на стадото)

Рискове, свързани с несъответствия и двойни стандарти.

Изследването показва, че липсата на дигитална свързаност между реалната дейност във фермите и отчетността към контролни органи води до сериозни рискове при епидемични ситуации. Предложените решения в рамките на FermaWeb - електронен дневник, рецепта и кланичен регистър, представляват съществен принос за подобряване на проследяемостта и безопасността на хранителната верига.

В точка 5 на Трета глава са разгледани *устойчиви модели за интелигентно и ефективно животновъдство*, като в параграф 1 са обследвани 5 конкретни стопанства. Резултатите от анализа са апробирани и

оценени за съответствие с изследователската теза и формулираните хипотези.



Фигура 3.3 – Дигитализация на процеси в животновъдна ферма 1
(източник: авторско изображение)

В параграф 2, точка 5 на Трета глава са разгледани **добрите практики и иновативни проекти за дигитализация в животновъдството в световен мащаб.**

Извършен е анализ на водещи европейски и международни инициативи като SmartCow, 4D4F, SmartAgriHubs, IoF2020, TE-Food, DeerMilk и националната програма „Овцевъдство без антибиотици“. Проектите са оценени по внедрените технологии, модели за управление на данни и приложимостта им в контекста на цифровата трансформация. Въз основа на сравнителен анализ са идентифицирани основни

предизвикателства като: високи инвестиционни разходи, липса на квалифициран персонал, несъвместимост между системи, нужда от етични стандарти и промяна в организационната култура.

В точка 6 на Трета глава са разгледани ***перспективите и насоките за развитие на дигитализацията и цифровизацията на животновъдството в България.***

Анализирани и формулирани са конкретни насоки за развитие на дигитализацията в животновъдството, съобразени със спецификите на сектора, нуждите на фермерите и добрите европейски практики:

- **Повишаване на информираността и дигиталната култура** сред животновъдите чрез обучения, демонстрации и практически семинари, включително използване на разработената система *ФермаWEB* като обучителна платформа.
- **Свързване с научните постижения и иновации**, чрез целево финансиране и подкрепа за внедряване на технологии, включително ИИ-базирани решения за селекция.
- **Подобряване на достъпа до цифрови технологии** чрез инвестиции в инфраструктура, интернет свързаност, хардуер и софтуер, както и чрез стимули като субсидии, кредити и консултации.
- **Развитие на образователни програми и квалификация**, насочени към придобиване на практически умения за работа с цифрови системи.
- **Създаване на стандарти и протоколи за съвместимост и сигурност**, които да гарантират ефективна интеграция между различните системи и защита на данните.
- **Насърчаване на сътрудничеството между участниците във веригата на стойността**, чрез изграждане на мрежи, клъстери и платформи за споделяне на данни и ресурси.

- **Подкрепа за иновации и конкурентоспособност**, чрез използване на национални и европейски програми за научноизследователска и развойна дейност

В края на 3-та глава са формулирани следните изводи:

1. **Дигитализацията в животновъдството е фрагментарна** – над 70% от фермите внедряват отделни решения, без интеграция и без достатъчно обучение.
2. **Идентификацията на животните е ключов процес** – без нея няма ефективна селекция и управление на стадото. Реалното използване на електронна идентификация е ограничено.
3. **Интеграцията между процесите е критична** – липсата на свързаност води до загуби и организационни проблеми, особено при преработка и реализация на продукцията.
4. **Основни предизвикателства** – липса на квалифициран персонал, високи инвестиционни разходи, сложност на технологиите, отсъствие на стратегия.
5. **Изкуственият интелект има значителен потенциал** – при управление на репродукцията води до икономически ползи и повишена продуктивност.
6. **Държавните платформи (ВетИС) са слабо интегрирани** – необходим е API за автоматизация и синхронизация на данни.
7. **Устойчиви модели и добри практики** – международните проекти показват, че дигитализацията е възможна, но изисква стандарти, съвместимост и промяна в организационната култура.
8. **Перспективи за България** – нужни са обучения, достъп до технологии, финансиране, стандарти и сътрудничество между участниците във веригата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

В резултат на проучването на дисертационния труд на тема „Дигитализация на животновъдството – проблеми и възможности“ и извършения задълбочен анализ в контекста на динамиката на бизнес средата и развитието на иновационните технологии могат да се открият следните изводи:

1. Текущото ниво на дигитализация на животновъдството в България е относително ниско, в сравнение с възможностите, които са в европейски и световен мащаб.

2. Системата за идентификация на животните, която е в основата на всички процеси при управление на фермата е сведена до „инвентаризация“ за да отговори на нуждите на държавния контрол.

3. Иновативните ферми, които използват технологични решения, за да оптимизират бизнеса си разчитат на европейско и национално подпомагане. Необходимо е използването на методиката на предварителното проучване на фирмата и създаване на конкретен план за последователно внедряване и оценяване на ефекта от иновацията.

4. Необходими са конкретните решения за връзка с държавната администрация и подобряване на системите за контрол на база на интегриране с външни системи. Това би облекчило административната тежест върху фермерския бизнес.

5. Подпомагане на иноваторски процеси и задълбочаване на връзката с науката ще увеличи конкурентоспособността на животновъдството.

6. Фирмите, които обхващат и дигитализират всички бизнес процеси „от полето до вилицата“ имат повече възможности за устойчиво развитие.

Проведеният анализ и личните приноси на автора потвърждават заложената в уводната част теза, чрез верифицирането на съответните хипотези, а именно:

Хипотеза А – дигитализацията на животновъдната ферма зависи от нейния размер, вида животни, които се отглеждат, породата и направлението им, както и технологията, по която се отглеждат;

Хипотеза Б – стратегията за дигитализация във всяка отделна ферма трябва да бъде внимателно подбрана в зависимост от формата на управление, вижданията и квалификацията на собствениците и мениджърския състав;

Хипотеза В – софтуерните решения за контрол и управление на животновъдния бизнес от страна на Държавата са с ключово значение за скоростта и посоката на дигитализация на бизнеса;

Хипотеза Г – системата за подпомагане на животновъдния бизнес създава предпоставки за сериозни разминавания и некоректни практики поради липса на достатъчно ниво на дигитализация във фермата;

Хипотеза Д – проследяването на процеса „от полето до вилницата“ и качеството на продукцията е постижимо при дигитализация на всички процеси по веригата.

Изследването потвърждава, че правилно подбраните и интегрирани дигитални технологии в животновъдството водят до повишаване на качеството и рентабилността на производството, с минимално въздействие върху околната среда. На база анализ на конкретни ферми и иновативни решения, са валидирани хипотези, свързани с влиянието на размера и типа на фермата, управленския модел, ролята на държавните системи, ефекта от субсидирането и необходимостта от дигитализация по цялата производствена верига „от полето до вилницата“. Създаден е теоретичния модел на „Идеалната ферма“.

Справка научни приноси в дисертационния труд

В дисертационният труд са изведени следните научноизследователски приноси:

1. Изграден е **теоретичен модел** за оптимизация на себестойността при производство на месо чрез интеграция на PLF, IoT, AI, обвързан с проследимост и оценка на качеството – модел, ориентиран към „Идеална ферма“.
2. Извършена е **систематизация** на цифровите технологии в три направления (идентификация, проследяемост, автоматизация) с управленска класификация на идентификационните методи.
3. Изведени са **типология на животновъдните ферми и методика за оценка на въздействието** от дигитални решения (скала 1–10), подпомагаща избор на инвестиционен приоритет.
Анализиран е феноменът „виртуални овце“ и е извършена оценка на потенциалните загуби от съществуването му.
4. Създаден е **прототип на система за управление на репродукцията** (случен план) с използване на изкуствен интелект за предотвратяване на инбридинг и оптимизация на осеменяванията. Описани са данни и партньорства за нейното обучение и валидация.
5. Създадена е **процесно-верижна рамка за проследяемост**, интегрираща EID, GS1, блокчейн за управление на качеството и доверие на клиента.
6. **Емпиричен принос**: широк теренен обхват (100+ ферми в България и референтни посещения в 4 държави), извеждащ валидирани практически насоки за внедряване.

СПИСЪК

на публикациите на докторант

Петър Ангелов Чернаев

Докторантски №: d010422269

Докторска програма: „Икономика и управление (аграрна икономика)“

Дисертационен труд на тема: „ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ
НА ЖИВОТНОВЪДСТВОТО – ПРОЛЕМИ И ВЪЗМОЖНОСТИ“

1. **Доклад** „Иновации в животновъдството - принос към зелената икономика“;
Сборник от конференция „Кръговата икономика в контекста на релацията
Индустрия 4.0 – Общество 5.0“, 21-22.10.22, Свищов; автор: Петър Чернаев
2. **Статия** "Социалният ефект върху развитието на селските райони при
дигитализация и автоматизация на животновъдството";
Сборник с доклади от Кръгла маса на тема „Теория и практика за устойчиво
управление и развитие на селските територии в България“ – 31.05.2024 г.;
автор: Петър Чернаев
3. **Статия** „Дигитална трансформация на животновъдния бизнес: предизвикателства
и възможности“;
Годишен алманах „Научни изследвания на докторанти“, книга 19 – 2023 г.;
автор: Петър Чернаев
4. **Доклад** DIGITAL SOLUTIONS FOR THE ADMINISTRATION OF LAND
MANAGEMENT PROCESSES IN THE REPUBLIC OF BULGARIA;
Сборник с доклади: „INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL
BUSINESS AND RURAL AREAS“, IDARA, 28-29 IX 2023 г., София, УНСС;
автори: NIKOLOVA, MARINA, CHERNAEVA, PENKA, CHERNAEV, PETAR
5. **Статия** „INNOVATIONS IN BEEF BREEDING - OPPORTUNITIES AND
PROBLEMS“; автор: CHERNAEV, PETAR
SHS Web of Conferences **176**, 03006 (2023);
DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202317603006>;

ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ И ДОСТОВЕРНОСТ

от инж. Петър Ангелов Чернаев

Във връзка с провеждането на процедура за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ по докторска програма „Икономика и управление (Аграрна икономика)“, декларирам, че:

1. Резултатите и приносите в дисертационния труд на тема: **„Дигитална трансформация на животновъдството – проблеми и възможности“** са оригинални и не са заимствани от изследвания и публикации, в които авторът няма участие.
2. Представената от автора информация във вид на копия на документи и публикации, лично съставени справки и др. съответства на обективната истина.
3. Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други автори, са надлежно и подробно цитирани в библиографията.

гр. Свищов

Докторант:

/Петър Чернаев/