



СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „Д. А. ЦЕНОВ“ – СВИЩОВ
КАТЕДРА „БИЗНЕС ИНФОРМАТИКА“

инж. Пенка Стефанова Чернаева

**РОЛЯ НА ИНФОРМАЦИОННАТА СИСТЕМА В
ПРОЦЕСА НА ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ
НА АГРАРНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“
по докторска програма „Приложение на изчислителната техника в икономиката“

Научен ръководител:
доц. д-р Петя Емилова

Стопанска академия „Димитър А. Ценов“
СВИЩОВ
2026

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност и значимост на изследвания проблем

Дигиталната трансформация се превръща в основен фактор за устойчивото и конкурентно развитие на аграрните предприятия. В контекста на зърнопроизводството, което се характеризира с висока ресурсна интензивност и необходимост от прецизно планиране, внедряването на информационни системи става критично за оптимизиране на процесите и вземането на управленски решения.

Актуалността на темата се определя от националните и европейските стратегически документи, които поставят цифровизацията на земеделието сред водещите приоритети. Стратегията „Цифрова трансформация на България 2020–2030“ и програмата „България 2030“ подчертават необходимостта от модерни технологии, намаляване на административната тежест и повишаване на продуктивността. Тези насоки са в съответствие с международните цели за устойчиво развитие и отразяват нарастващите изисквания за прозрачност, ефективност и екологична устойчивост.

Информационните системи заемат ключово място в този процес, тъй като интегрират технологии, организационни процеси и управленски практики, подпомагащи анализа, планирането и контрола в аграрното предприятие. Въпреки това, в българските зърнопроизводствени стопанства приложението им остава ограничено – преобладават базови решения, ориентирани към документооборота, финанси и ГИС, които често работят изолирано, без интегрирани данни и без аналитични функционалности. Тази фрагментарност възпрепятства пълноценната дигитална трансформация и намалява стратегическата стойност на събираната информация.

Необходимостта от интегрирани системи, обединяващи данни от източници на терен, и подпомагащи управлението в реално време, става все

по-съществена. В условията на Общата селскостопанска политика, засилените регулаторни изисквания и променящите се пазарни условия, внедряването на модерни информационни решения се превръща в критичен фактор за устойчиво и конкурентно производство.

Значимостта на изследването се усилва и от необходимостта от развитие на дигитални умения и организационен капацитет. Недостатъчната подготовка на персонала и подценяването на сложността на внедряването често ограничават ефективността на технологичните решения. Едновременно с това навлизането на изкуствен интелект, машинно обучение и анализ на големи данни създава нови възможности за оптимизация на производствените процеси и управление на риска.

По този начин ролята на информационната система в процеса на дигитална трансформация представлява актуален и значим научен проблем, пряко свързан с повишаването на ефективността и устойчивостта на българските зърнопроизводствени предприятия.

2. Обект и предмет на изследването

Обект на дисертационния труд е процесът на дигитална трансформация в зърнопроизводственото предприятие.

Предмет на изследването е влиянието на информационните системи върху процеса на дигиталната трансформация на аграрното предприятие и възможностите за тяхната оптимизация чрез съвременни подходи и технологии.

3. Цел и задачи на изследването

Основната цел на дисертационния труд е да се изследва ролята на информационната система в процеса на дигитална трансформация на аграрното предприятие и да се предложи модел за оптимизация на тази система за повишаване на ефективността.

Задачи на дисертационния труд:

- **В теоретичен аспект:**

- a) Да се дефинират понятията „информационна система“ и „дигитална трансформация на бизнеса“ и да се изгради концептуална рамка за тяхното приложение в агробизнеса.
- b) Да се изследва необходимостта и ролята на дигиталната трансформация за интелигентното зърнопроизводствено предприятие, както и основните подходи, технологии, предизвикателства и тенденции в дигитализацията на аграрния сектор.

- **В практико-приложен аспект:**

- c) Да се анализира текущото състояние на дигитализацията и приложението на съвременни информационни системи в зърнопроизводствените предприятия.
- d) Да се изследва влиянието на дигиталната трансформация върху ефективността на зърнопроизводството.
- e) Да се разработи модел за дигитална трансформация и оптимизация на информационните системи с цел повишаване на ефективността на зърнопроизводственото предприятие.

4. Изследователска теза

Изследователската теза е, че еволюцията на информационните системи в аграрните предприятия от отчетни към интелигентни и аналитични платформи е определяща предпоставка за реализиране на пълноценна дигитална трансформация на производствените и управленските процеси.

5. Ограничителни условия на изследването

Изследването е фокусирано върху предприятия, занимаващи се предимно със зърнопроизводство, с акцент върху специфичните процеси в агробизнеса. Обхватът включва анализ на информационни системи за управление на производството, ресурси и данни, както и специализирани агротехнологични решения. Изследването е ограничено основно на територията на България, като са направени теоретични сравнения с практики в ЕС, без провеждане на детайлни емпирични изследвания.

6. Методи и методология на изследването

Изследването е базирано на смесен методологичен подход, съчетаващ количествени и качествени методи за анализ на ролята на информационните системи в дигиталната трансформация на зърнопроизводствените предприятия. Количествените данни са събрани чрез анкетни проучвания, а качествените – чрез интервюта и експертни консултации с представители на сектора.

В процеса на изследването са използвани методите на анализ и синтез, сравнение, индукция и дедукция, системен и критичен анализ, наблюдение, моделиране, експертна оценка, както и таблично и графично представяне на информацията. Статистическият анализ подпомага обосноваването и валидирането на получените резултати.

В изследването са приложени историко-теоретичен и системен анализ за проследяване развитието на концепциите и технологичните решения в аграрния сектор и трансформацията на информационните системи в интелигентни управленски платформи. Чрез критичен и сравнителен анализ са идентифицирани основни ограничения и рискове пред дигитализацията, като статистическият анализ, моделирането и таблично-графичното представяне подпомагат обосноваването и валидирането на резултатите.

Практическата насоченост на изследването се подкрепя от участието на докторанта в разработването и внедряването на информационните системи „Агросистеми“, „Арендатор-БГ“ и „Банка Имоти“, което позволява апробиране и валидиране на основните изводи при спазване на принципите за защита на данните.

II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд се състои от 244 страници, от които: увод (5 стр.); изложение в три глави (222 стр.); заключение (4 стр.); използвана литература (13 стр.) и приложения (12 стр.). Основният текст съдържа 33 фигури и 34 таблици, приложенията съдържат още 15 фигури. Списъкът на използваната литература се състои от 222 източника.

Структурата на изложението е следната:

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ФИГУРИ

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ТАБЛИЦИ

ВЪВЕДЕНИЕ

1. ГЛАВА 1

ИНФОРМАЦИОННИТЕ СИСТЕМИ В ЗЪРНОПРОИЗВОДСТВЕНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ

- 1.1. Концептуална рамка на информационните системи в агробизнеса
 - 1.1.1. Дефиниция и същност на информационните системи
 - 1.1.2. Видове информационни системи, приложими в аграрния сектор
 - 1.1.3. Значение на информационните технологии за аграрния сектор
- 1.2. Информационни системи в зърнопроизводственото предприятие
 - 1.2.1. Структура на ИС в зърнопроизводството
 - 1.2.2. Основни компоненти на ИС на аграрното предприятие и тяхното взаимодействие
 - 1.2.3. Специализирани ИС за управление на земеделската земя в България
- 1.3. Основни предизвикателства и тенденции в дигитализацията на аграрния сектор
 - 1.3.1. Основни бариери пред внедряването на информационни системи в земеделието
 - 1.3.2. Тенденции в развитието на дигиталните технологии в земеделието
 - 1.3.3. Регулаторна рамка и стандарти

Изводи от първа глава

2. ГЛАВА 2

АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ И РОЛЯТА НА СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА

ЗЪРНОПРОИЗВОДСТВЕНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ

- 2.1. Анализ на текущото състояние на дигитализацията в зърнопроизводството
 - 2.1.1. Ниво на използване на информационните технологии
 - 2.1.2. Видове използвани софтуерни решения и платформи
 - 2.1.3. Сравнение на дигитализацията в различни региони и страни
- 2.2. Съвременни информационни технологии в зърнопроизводството
 - 2.2.1. IoT (Интернет на нещата) и сензорни системи
 - 2.2.2. GPS и дрон технологии за мониторинг и управление
 - 2.2.3. Изкуствен интелект и машинно обучение в аграрния сектор
 - 2.2.4. ERP и CRM системи в управлението на агробизнеса
- 2.3. Влияние на дигиталната трансформация върху ефективността на зърнопроизводството
 - 2.3.1. Оптимизация на производствените процеси
 - 2.3.2. Намаляване на разходите и ресурсната ефективност
 - 2.3.3. Подобряване на вземането на решения чрез анализ на данни

Изводи от втора глава

3. ГЛАВА 3

МОДЕЛ ЗА ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ЗЪРНОПРОИЗВОДСТВЕНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ

- 3.1. Методологически подход за изграждане на модел за дигитална трансформация
 - 3.1.1. Изисквания към модела
 - 3.1.2. Основни принципи за изграждане на дигитална стратегия
 - 3.1.3. КPI показатели и икономически ефекти от модела за дигитална трансформация
- 3.2. Концептуален модел за дигитална трансформация на зърнопроизводственото аграрно предприятие
 - 3.2.1. Фази на дигиталната трансформация
 - 3.2.2. Архитектура на информационната система
 - 3.2.3. Взаимодействие между различните компоненти
- 3.3. Оценка и валидиране на модела
 - 3.3.1. Практическо приложение и тестови сценарии
 - 3.3.2. Очаквани ползи от внедряването
 - 3.3.3. Възможности за развитие и надграждане

Изводи от трета глава

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЯ

ПРИЛОЖЕНИЯ

III. ОСНОВНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В увода на дисертацията са изяснени актуалността на проблема, обект, предмет, цел, задачи на разработката и е представена научната теза, която следва да бъде доказана.

ПЪРВА ГЛАВА ИНФОРМАЦИОННИТЕ СИСТЕМИ В ЗЪРНОПРОИЗВОДСТВЕНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ

Глава първа представя теоретичната рамка на информационните системи (ИС) и тяхната роля в дигиталната трансформация на аграрните предприятия, с фокус върху зърнопроизводствения сектор.

В параграф 1.1. **Концептуална рамка на информационните системи в агробизнеса** са изведени основните характеристики на информационните системи (ИС), като **интегрирана съвкупност от технологии, данни, организационни процеси и човешки фактор, а не като самостоятелен технологичен инструмент**. Обобщено е, че в аграрните предприятия ИС подпомагат планирането, контрола и вземането на решения чрез структуриране и трансформиране на данните в управленска и стратегическа информация, което определя тяхната роля като ключов управленски механизъм.

Представени са типовете ИС, приложими в земеделието – географски информационни системи, системи за мониторинг, интегрирани системи за управление на стопанствата, системи за управление на ресурсите, ИС за поземлени отношения, логистични системи и други, като е подчертано, че реалният ефект от дигитализацията се постига чрез тяхната интеграция, а не чрез фрагментирано внедряване на отделни решения.

Специално внимание е отделено на концепциите за прецизно земеделие, интелигентно земеделие и дигиталното земеделие. Подчертана е ролята на IoT, облачните услуги, автоматизацията, VI, изкуствения интелект и машинното обучение за оптимизация на агропроизводството, но и ограничението, че технологичното развитие често изпреварва организационната готовност на предприятията за ефективното им използване. Дигиталните технологии добавят стойност чрез подобро прогнозиране, управление на риска, намаляване на разходите и повишаване на добивите.

Изведено е разбирането, че ИС представляват стратегически ресурс за аграрните предприятия, като тяхното значение се проявява не само в автоматизацията на операции, а и в подобряването на координацията между процесите, управлението на ресурси и повишаването на конкурентоспособността.

Дигиталната трансформация се разглежда като фундаментална организационна промяна, която надхвърля внедряването на технологии и включва оптимизация на процеси, изграждане на нови бизнес модели и развитие на цифрови компетентности. В аграрния сектор тя е обусловена от специфичните особености на производството – зависимост от природни фактори, сезонност, пазарна нестабилност и необходимост от прецизно планиране и управление на риска, поради което информационните системи се утвърждават като ключов елемент на модерното и устойчиво зърнопроизводствено предприятие.

В параграф 1.2. **Информационни системи в зърнопроизводственото предприятие**, зърнопроизводството е представено като сложна производствена система, която изисква системен и интегриран подход към управлението.

Основните компоненти на ИС – хардуер, софтуер, бази данни, комуникационни технологии и човешки фактор, са разгледани като взаимосвързани елементи, осигуряващи събиране на данни в реално време,

анализ и вземане на оперативни и стратегически решения, чиито ефект зависи от степента на съгласуваност между отделните модули.

Определена е структурата на ИС в зърнопроизводството, която обхваща:

- система за мониторинг върху развитието на културите
- системи за управление на поземлените отношения;
- системи за контрол и управление на машинотракторния парк и ресурсите;
- финансово-счетоводни и логистични системи;
- модули за планиране, прогнозиране и отчетност.

Подчертана е необходимостта от интеграция между отделните системи, тъй като разпокъсаното им функциониране в практиката ограничава точността на данните и затруднява вземането на управленски решения. Ефективната информационна система следва да бъде изградена като единна архитектура, която отразява логиката на производствения процес, а не като съвкупност от изолирани софтуерни решения.

Особено внимание е отделено на **информационни системи за управление на поземлените отношения (т. 1.2.3)**, които представляват най-специфичния за българските условия елемент на ИС в зърнопроизводството. Разгледано е развитието на системите за управление на данните за земята след възстановяването на собствеността, въвеждането на КВС, преминаването през WGS84 и БГС2005, функционирането на множество несъвместими регистри и системи (ИМКО, КАДИС, ИСАК и др.). Изведени са ключови проблеми:

- липса на единна цифрова база и синхронизация между регистри;
- разминавания в координатни системи и графични модели;
- неточности в данните за собственост, площ и категория;
- ограничен достъп до ZEM файлове;
- трудности при административни процедури.

Направеният анализ показва, че фрагментираността на данните и регистрите поражда необходимост от специализирани, адаптирани към националната специфика информационни системи, които да поддържат актуална информация за собственост, договори, реално ползване, ренти и комасационни процеси. Подчертана е уникалната за България структура на земеползването, при която над 80–90% от земята в зърнопроизводството е наета. Това прави управлението на поземлените отношения структурно определящо за ефективността на стопанствата.

Анализирана е и сложността на комасационните процеси, изискващи ГИС среда, висока точност на графичните данни и постоянна актуализация.

В резултат е обосновано, че информационните системи в зърнопроизводственото предприятие следва да бъдат изградени като интегрирана, процесно ориентирана и съобразена с националната специфика архитектура, тъй като внедряването на стандартни решения не отговаря на сложността на производството и поземлените отношения в България. Това превръща специализираните ИС за управление на земята и ресурсите в ключов фактор за ефективно, устойчиво и конкурентоспособно зърнопроизводство.

В параграф 1.3. са анализирани **основните предизвикателства и тенденции в дигитализацията на аграрния сектор.**

Обобщени са технологични, финансови, инфраструктурни, организационни и регулаторни бариери, които забавят внедряването на процесите на дигитализация. Сред тях са открити: високите инвестиционни разходи, ниската степен на цифрова грамотност, липсата на стандартизирани и съвместими данни, регулаторната сложност и честите промени в нормативната рамка, както и трудностите при интеграция между различните платформи и регистри. Обосновано е, че допълнителни ограничения произтичат от значителната административна тежест, несъвместимостта на използваните системи и риска от неправилно

внедряване поради недостатъчно обучение и неефективно използване на дигиталните решения.

Направено е заключение че, въпреки нарастващия технологичен потенциал и наличието на съвременни цифрови решения, реалната дигитализация на аграрния сектор остава ограничена, особено при малките и средни стопанства, което подчертава необходимостта от целенасочени политики, обучения и интегриран подход към внедряването на ИС.

Табл.1 - Възможности за дигитализация в агросектора

Прецизно земеделие	Интелигентно земеделие	Дигитално земеделие
<p>Включва следните технологии (но не само)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Глобална навигационна система (GNSS) и Глобална система за позициониране (GPS) ➤ ГИС ➤ Управление на променливи характеристики (VRT) ➤ Безжични сензорни мрежи (WNS) ➤ Сензори, монитори и контролери за селско-стопанска техника ➤ Софтуерни системи, мобилни устройства и комуникации ➤ Анализ на големи данни 	<p>Включва технологиите на прецизното земеделие интегрирани с:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Интернет на нещата ➤ Изкуствен интелект ➤ Интелигентни контролни устройства ➤ Машинно обучение ➤ Автоматизация и роботизация ➤ Комуникационна технология ➤ Безпилотни технологии – сателитни системи, дроне и др. 	<p>Включва технологиите на интелигентното земеделие в допълнение с:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Физически продукти, подобрени с допълнителни нефизически услуги, разработени за трансформиране на данни в информация с добавена стойност. ➤ Земеделски екосистеми с платформи, комбиниращи данни от няколко източника (от полето/фермата и външни) ➤ Сътрудничество между различни участници в агрохранителната верига

Източник: Адаптирано от www.bgfarmer.bg (ДИГИТАЛИЗАЦИЯ: Agrumex – технологиите, които задават бъдещето | Български Фермер)

В т. 1.3.2. и таблица 1 са обобщени **основните тенденции в развитието на дигиталните технологии**, които се характеризират с висока степен на интеграция и комплексност и намират приложение в зърнопроизводството чрез съчетаване с:

- автономна техника, дроне, телеметрия;

- анализ на големи данни (BigData), прогнозиране, оптимизация на производството;
- дигитализация на веригите за доставки и онлайн търговия;
- зелени технологии и устойчиво производство;
- навлизане на концепцията „Селско стопанство 4.0“.

Направено е заключение че, тенденциите ясно показват, че бъдещето на аграрния сектор е свързано с високотехнологични решения, автоматизация и платформи за интегрирано управление, но тези тенденции имат реална стойност само когато са съобразени с нуждите и капацитета на стопанствата, тъй като технологичният напредък е устойчив единствено когато води до практическа полза и по-добро управление.

В т. 1.3.3. са разгледани **регулаторните рамки и стандарти**. Представени са основните нормативни изисквания, свързани с използването на ИС в агробизнеса:

- регулации по линия на ОСП;
- стандарти за безопасност на храните (HASP);
- стандарти за качество (ISO);
- GDPR и изисквания за защита на лични данни;
- национално законодателство за земеделски земи, безопасност, инвестиции и др.

Подчертана е необходимостта ИС да съответстват на регулаторните изисквания, да осигуряват проследимост, качество и прозрачност.

Резултатите от глава първа изграждат теоретичната основа на дисертационния труд и показват, че:

- ИС са стратегически фактор за ефективното и устойчиво развитие на аграрните предприятия;
- Дигиталната трансформация в агросектора е комплексен, многостранен процес;

- Зърнопроизводството има специфични изисквания, които налагат специализирани ИС;
- Управлението на поземлените отношения е уникално предизвикателство за България;
- Технологиите навлизат бързо, но внедряването им е ограничено от значителни бариери;
- Необходима е интеграция, стандартизация и развитие на организационни компетенции;
- ИС създават основата за устойчиво производство, оптимизация и конкурентоспособност.

ВТОРА ГЛАВА

АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ И РОЛЯТА НА СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ЗЪРНОПРОИЗВОДСВЕНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ

В параграф 2.1. е анализирано текущото състояние на дигитализацията в зърнопроизводството на национално и международно ниво.

Проследени са внедрените технологии и са очертани ключовите фактори, които влияят върху процеса на дигитална трансформация. Изведено е, че ИС са критичен елемент за модернизацията на сектора, тъй като осигуряват автоматизирано събиране, обработка, разпространение и анализ на данни, които подпомагат вземането на решения в реално време.

Отбелязано е, че информационната система в зърнопроизводството изпълнява функции, свързани с:

- интеграция на данни от множество източници (сензори, метеорология, икономически показатели);

- обработка и анализ за прогнозиране на пазарни и производствени тенденции;
- разпространение на информация към всички участници;
- моделиране на сценарии и подпомагане на управленските решения.

Във втора глава е доказано, че дигитализацията вече не е допълнителна опция, а необходимост, продиктувана от динамиката на производството, растящите изисквания за качество, устойчивост и прозрачност, зависимостта от субсидии и нуждата от висока конкурентоспособност.

Изследвана е **степената на внедряване на технологии и фактори, влияещи върху иновациите**. Резултатът от емпиричният и статистическият анализ е, че дигитализацията в зърнопроизводството в България се характеризира с ускорена положителна динамика, макар и при все още по-ниски нива спрямо средните за ЕС. В периода 2020–2024 г. се наблюдава нарастване на използването на облачни услуги (до 14,2%), на решения за анализ на големи масиви от данни (до 21,9%), което формира технологична основа за внедряване на по-сложни цифрови решения.

Използването на изкуствен интелект остава ограничено до 2023 г., но през периода 2023–2025 г. се отчита най-високият темп на нарастване – от 3,61% до 8,55% от предприятията, което свидетелства за преминаване от експериментално към практическо приложение на AI технологии, като в зърнопроизводството този процес е подкрепен от сравнително широко разпространение на елементи на прецизното земеделие, използвани от около 42% от стопанствата.

Извършен е анализ, че на глобално ниво САЩ и Канада са лидери с около 75% внедряване на прецизно земеделие, докато в ЕС водещи позиции заемат Германия, Дания и Нидерландия, а България изостава с 35–40% и заедно с Румъния е сред последните държави по дигитализация. Регионалният анализ в България показва силна диференциация – най-висока

дигитализация се наблюдава в Североизточния район (70–80%), а най-ниска в Югозападна България (20–30%). Тези различия се обуславят основно от нивото на инфраструктурата, инвестиционната активност, човешкия капитал и размера на стопанствата.

Направено е заключение че, основните фактори, стимулиращи внедряването на иновации са: стремежът към оптимизация на разходите, управлението на риска и повишаването на конкурентоспособността, както и наличието на целеви европейски политики и финансови механизми за подкрепа на дигиталната трансформация. Ограниченията са свързани с недостига на квалифицирани кадри и по-ниското ниво на дигитални умения, което подчертава ключовата роля на човешкия капитал за устойчивото технологично развитие на сектора.

Анализирани са видовете **софтуерни решения, приложими в зърнопроизводството**, като са обособени три основни групи:

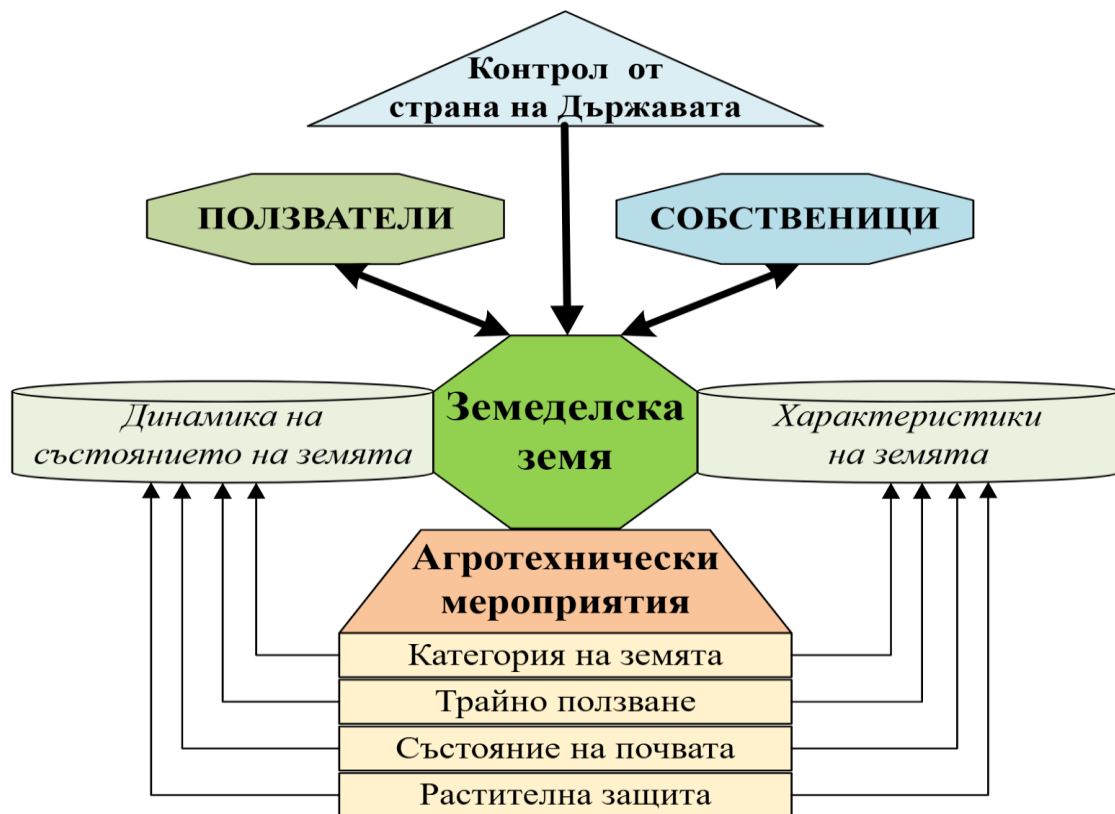
- ИС за управление на поземлени отношения;
- Държавни ИС за управление на агробизнеса;
- Производствени и оперативни системи;

Изследвани са в детайли **информационните системи за управление на поземлените отношения**, които се идентифицират като **уникално за българските условия изискване**, обусловено от: раздробена собственост; висок дял на наета земя (80–90% в зърнопроизводството); необходимостта от ежегодна комасация и сложни рентни взаимоотношения.

Идентифицирани са ключови системи, сред които: „**Агросистеми**“, „**Арендатор-БГ**“, „**Cadis**“, „**Банка Имоти**“, „**Agro Office**“, както и специализирани ГИС модули за комасация.

Проследено е развитието на системите за управление на поземлените взаимоотношения, което преминава от локални DOS-приложения към комплексни ERP/GIS платформи, интегриращи сателитни карти, графични слоеве и автоматизирани справки.

Подчертана е съществената зависимост между агротехническите дейности и качествените характеристики на земята (фиг. 1), като е установено, че прилаганите методи на обработка и използваните препарати оказват пряко въздействие върху почвените показатели, агрохимичното състояние, категорията и дори трайното предназначение на земеделските имоти. Обобщено е, че тези изменения имат значение както за земеползвателите, ориентирани към постигане на определени добиви, така и за собствениците на земя, заинтересовани от дългосрочното съхраняване на нейната стойност, което е отчетено и при разработването на предложения модел в Глава трета.



Фигура 1. – Влияние на агротехническите мероприятия върху качеството на земеделската земя, добивите и заинтересованите страни;

Източник: Авторско изображение

Анализирани са **държавни ИС за управление на агробизнеса**. Установено е, че българската администрация поддържа значителен брой несвързани ИС, сред които: ИСАК, СИЗП, ИМКО 3, СУИЗ на МЗХ,

Кадастър, СЕУ на ДФЗ, ПРЗ, EUSO, ISAMM, системите за контрол на БАБХ, системите за субсидиране и др. Анализът показва, че тези системи функционират предимно изолирано, като липсата на интеграция между тях се идентифицира като съществена бариера пред ефективното управление на данни, административните процедури и процесите по дигитализация на агробизнеса.

Анализирани са производствени и оперативни системи за дигитализацията на процесите в зърнопроизводството чрез прилагането на утвърдени технологични решения. Идентифицирани са платформи за управление и анализ на данни за развитието на растенията, както и специализиран софтуер за прецизно земеделие.

Установено е използването на платформи за управление на ресурси и ERP решения като „Агросистеми“, FarmERP и Farm 360, както и внедряването на SCADA системи за управление на силози, LITS и други.

Разгледани са също платформи за управление на продажбите, като е отчетено, че в България широко се използват и уеб платформи и социални мрежи за реализиране на продукцията.

Допълнително са идентифицирани **интелигентни системи за управление**, базирани на устройства за събиране на данни в реално време, образователни платформи и ресурси, платформи за обмен на информация, системи за мониторинг на метеорологичните условия, както и системи за отчетност и управление на качеството.

Обобщено е, че тези платформи подпомагат ключови дейности в зърнопроизводството, включително планирането на агротехническите обработки, управлението на земеделската техника, контрола на ресурсите, мониторинга на посевите, анализа на добивите, както и осигуряването на проследимост и логистика по веригата на производство и реализация.

В параграф 2.2. са анализирани **съвременни информационни технологии, приложими в зърнопроизводствените предприятия.**

Това са IoT, сензори и комуникационни технологии, ГИС, GPS и дрон технологии, изкуствен интелект и машинно обучение, специализирани ERP и CRM системи.

Подробно е анализирана ролята на **IoT и сензорните системи** в зърнопроизводството, като е установено, че те позволяват:

- Непрекъснат мониторинг на почва, влага, температура и хранителни вещества;
- автоматизирано управление на напояването;
- ранно откриване и диагностика на заболявания;
- извършване на предсказуеми анализи при производствен и климатичен риск.

Разгледани и оценени са основните комуникационни протоколи: LoRaWAN, NB-IoT, Zigbee, WiFi, GSM/4G/5G, BLE, MQTT, като е направена оценка на тяхната приложимост спрямо мащаба, средата и целите на стопанствата.

Обобщено е като ключов резултат, че IoT технологиите представляват фундамент на прецизното земеделие, изграждайки непрекъснат цикъл: **„наблюдение – диагностика – решение – действие“**.

Представен е задълбочен технологичен преглед на **ГИС, GPS и дрон технологиите** като основни компоненти на съвременното прецизно земеделие в зърнопроизводството.

Установено е, че **ГИС** се използват за картографиране и пространствен анализ на земеделски земи, интеграция на графични и таблични данни, анализ на добиви и обработваемост, управление на собственост и договорни отношения, както и за планиране на култури. Подчертана е ролята на ГИС като ключова технологична основа на българските поземлени и управленски системи в условията на прецизното земеделие.

Анализът показва, че **GPS и GNSS** системите (GLONASS, Galileo, BeiDou) осигуряват позициониране с точност до 2 см при използване на RTK

корекция. Идентифицирани са основните им приложения: за автоматично управление на земеделска техника, прецизна сеитба и торене, както и създаване на карти на добивите, което води до повишаване на ефективността и намаляване на ресурсните разходи.

Установено е, че **дрон технологиите** се прилагат за аерофотоснимки и NDVI анализ, диагностика на болести и хранителен стрес, идентифициране на проблемни зони, както и за нискообемни обработки и пръскане. Отчетено е тяхното приложение и при контролни дейности. Обобщено е, че използването на дроне води до значително намаляване на разходите, времето за работа и производствените рискове.

Изследвано е навлизането на изкуствен интелект (AI) и машинно обучение (ML) в аграрния сектор, като е установено, че те се прилагат за:

- прогнозиране на добиви на база исторически и сензорни данни;
- диагностика на болести чрез анализ на изображения;
- интелигентно напояване и оптимизация на торове;
- моделиране на продуктивност;
- автоматизация на операции;
- изграждане на „цифрови близнаци“ на земеделските стопанства.

Подчертана е тезата, че AI и ML се очертават като следващ водещ двигател на дигиталната трансформация на аграрните предприятия.

Изследвано е приложението на ERP и CRM системи в агробизнеса.

Анализът показва, че ERP системите функционират като критична цифрова инфраструктура за модерното управление на земеделските предприятия, обхващайки финансово-счетоводни дейности, човешки ресурси, управление на материални запаси, техника и машинотракторен парк, както и планиране, изпълнение и отчет на агротехническите мероприятия, при спазване на изискванията за контрол и проследимост на препаратите за растителна защита.

Установено е, че в структурата на ERP и CRM системите в

зърнопроизводството, особено важно място заема администрирането на ренти, договори и поземлени отношения.

Подчертана е спецификата на ERP приложенията в агросектора, свързана със сезонността на производството, високите административни и отчетни изисквания, необходимостта от интеграция със системи за субсидии и регулаторни механизми, както и нуждата от надеждна аналитична информация за вземане на управленски решения.

Обобщено е, че критичните фактори за успешното внедряване на ERP системи включват активна подкрепа от ръководството, адекватно обучение и квалификация на персонала, правилна конфигурация спрямо спецификата на стопанството и ясна вътрешноорганизационна комуникация.

Установено е, че CRM системите са адаптирани към агробизнеса чрез функционалности за управление на отношенията с арендодатели и кооператори, управление на продажбите, клиентите и логистиката, както и осигуряване на проследимост на продукцията и партидите по веригата на доставка.

В параграф 2.3. е изследвано **влиянето на дигиталната трансформация върху ефективността на зърнопроизводството.**

Анализът показва, че дигиталната трансформация е пряко свързана с повишаване на производствената ефективност чрез по-прецизно управление на ресурсите, автоматизация на основни дейности и използване на данни в реално време. Установено е, че прилагането на прецизно земеделие, IoT технологии, GPS и дроне допринася за намаляване на разходите, ограничаване на загубите и подобряване на качеството на агротехническите обработки. Информационните системи осигуряват по-високо ниво на контрол, проследимост и документооборот, а аналитичните инструменти подпомагат процесите на прогнозиране, управление на риска и оптимизация на производството.

В резултат на извършения анализ са обобщени ключовите

производствени и управленски процеси в зърнопроизводството, подлежащи на дигитализация. На фигура 2 са представени основните процеси, които се идентифицират като обект на дигиталната трансформация в сектора.



Фиг. 2 – Основни процеси в агробизнеса, подлежащи на дигитализация

Източник: авторско изображение

Резултатите от втора глава на дисертационния труд и доказват, че:

- Дигитализацията е стратегически фактор за конкурентоспособността на зърнопроизводството.
- България изостава значително спрямо ЕС и световните лидери.
- ИС, ГИС, GPS, IoT, дроне и AI са основата на модерното земеделие.
- Липсата на интеграция между държавните системи е ключово ограничение.

- Софтуерните решения за поземлени отношения са уникална необходимост за българските стопанства, но и административна тежест.
- ERP/CRM системите са критични за устойчивата трансформация.
- Човешкият фактор остава най-значимата бариера – ниски умения, липса на обучение, консервативни нагласи.
- Регионалните различия показват нуждата от целенасочена държавна политика.
- Потенциалът е много висок, но изисква инвестиции, образование и интегрирана цифрова среда.

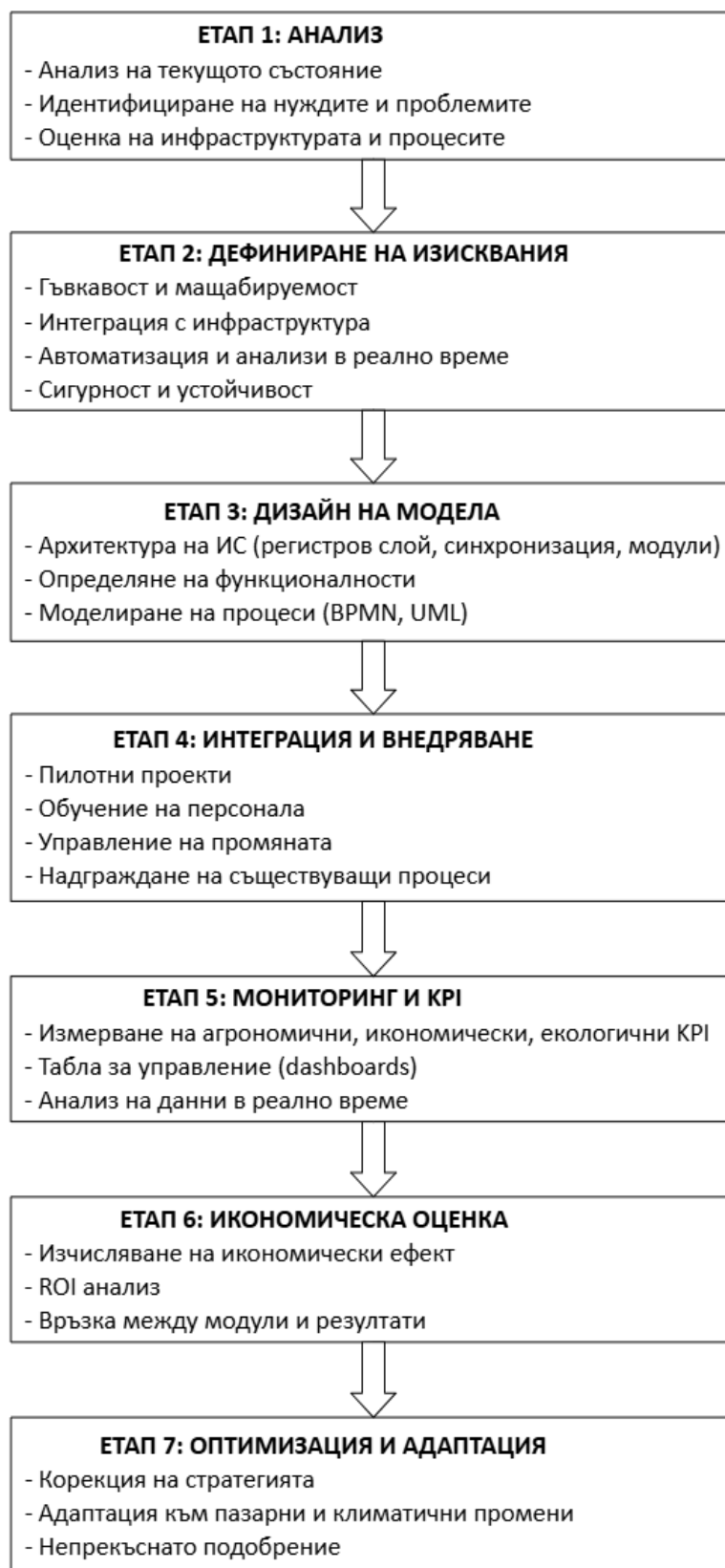
ТРЕТА ГЛАВА

МОДЕЛ ЗА ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ЗЪРНОПРОИЗВОДСТВЕНОТО ПРЕДПРИЯТИЕ

В параграф 3.1. е представен **методологическият подход за изграждане на модел за дигитална трансформация в зърнопроизводството**. Той съчетава управленски, технологични и организационни компоненти в цялостна архитектура, пригодена към българските специфики на поземлените отношения, сезонността и регулаторните изисквания. В основата на разработката стои разбирането, че дигитализацията не е набор от изолирани инструменти, а **последователен, управляван процес**, чиято ефективност зависи от гъвкавостта, мащабируемостта и способността за интеграция със съществуващата инфраструктура и практики. Методологическата схема на модела е онагледена във фигура 3.

Моделът е представен като **модулна, многослойна система**, която осигурява устойчиво управление на ресурси, оптимизация на процеси и прозрачен документооборот, при това в условията на силно динамична среда

и разпокъсана структура на земеползването.



Фиг. 3. Методологическа схема на модела за дигитална трансформация на зърнопроизводствено предприятие. *Източник: авторска интерпретация*

Съществен принос в този параграф е формулирането на **система от ключови показатели за изпълнение (КРІ)** - агрономични, икономически, екологични и оперативни, които превръщат предложения модел в **управленски инструмент** с измерим ефект. В таблица 2 е показана връзката между отделните модули на модела и прогнозните икономически резултати.

Таблица 2. Модел на икономическите резултати по модули

модул	действия	Икономически ефект
Комасация	<ul style="list-style-type: none"> - комасирани (окупирани) парцели; - фиксирани маршрути и обработки; - по-нисък разход на гориво, семена, препарати 	3 до –7 лв. /дка
Ренти	<ul style="list-style-type: none"> - автоматично начисляване - елиминирани грешки - по-малко административни разходи 	1 до –2 лв. /дка
„Обработки“ - Агрозадачник	<ul style="list-style-type: none"> - прецизно третиране; - намалена употреба на препарати; - само от функционалността <p>прехвърляне информация „ГИС -> трактор“ и промяна на последователността на обработката: от „обкраване -> редова обработка“ към „редова обработка“ и „завършващо обкраване“ се получава 6-8% икономия на материали</p>	3 до –6 лв. /дка
Мониторинг на продукцията и анализи в реално време	<ul style="list-style-type: none"> - ранно откриване на болести - оптимално торене - оптимално напояване 	Увеличаване на добива +40 до +120 кг/дка при средна цена на пшеницата 330 лв./тон около 6 лв./дка
Контрол и мониторинг	<ul style="list-style-type: none"> - по-малко санкции - по-точна отчетност - по-добро спазване на регулации 	индиректен, но значим

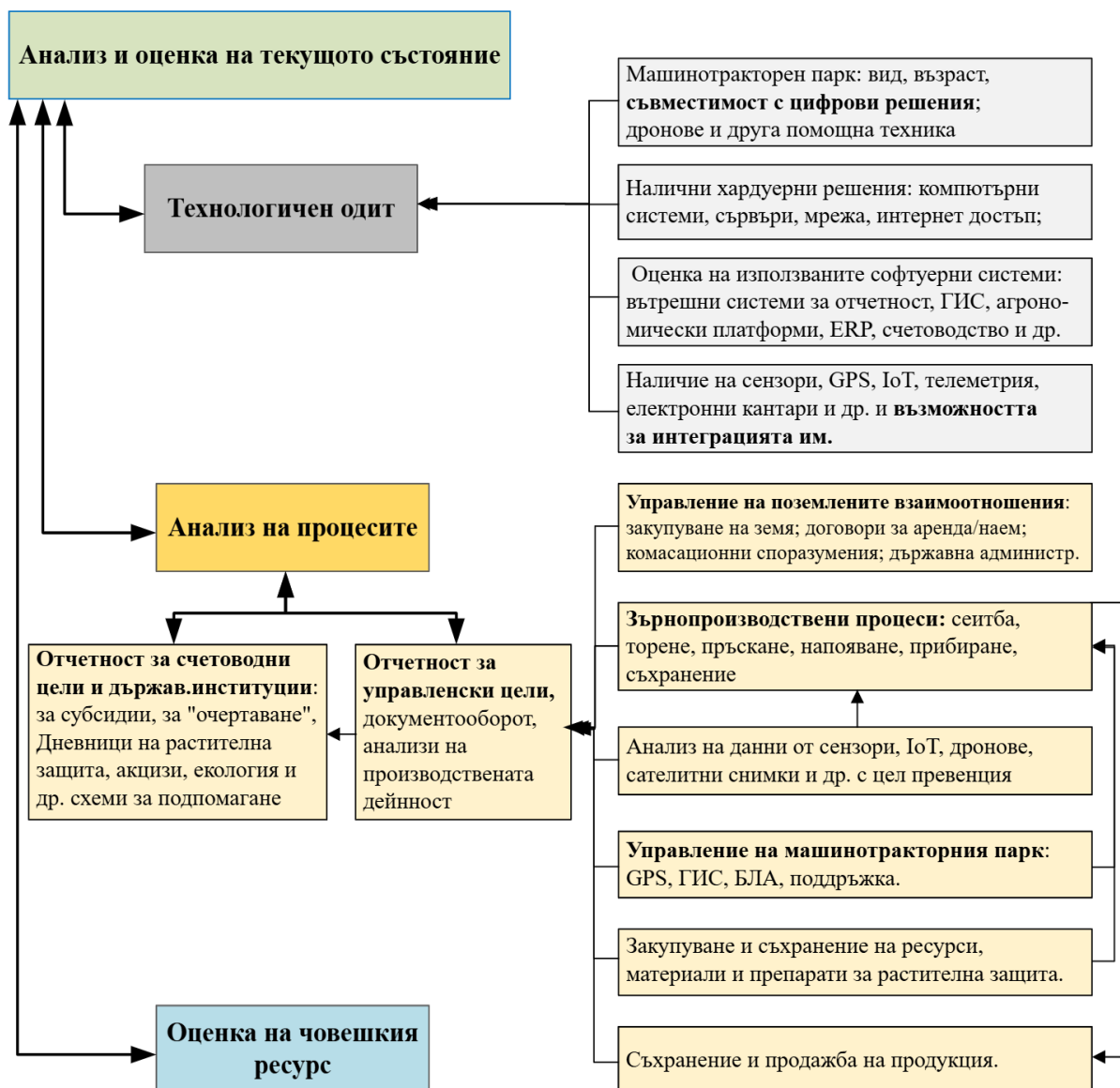
Източник: авторско обобщение

Представените зависимости в таблица 2 показват, че КРІ показателите се утвърждават не само като средство за оценка, но и като **механизъм за активно управление**, позволяващ формулиране на цели и своевременно прилагане на коригиращи мерки в кратки оперативни цикли.

Финансово-икономическият ефект е детайлизиран по модули в модела (фигура 4, ориентирана към производството на пшеница). За стопанство с

размер 10 000 дка е изчислен среден директен ефект от ~170 хил. лв., без да се отчитат индиректните ползи като намалени санкции, ограничаване на грешки в данните и предотвратени пропуснати ползи. Това потвърждава, че моделът въздейства едновременно на **върху процесите, финансовите резултати и управлението на риска**, което е от ключово значение при сезонни пикове и кратки времеви „прозорци“ за изпълнение на агротехническите операции.

В параграф 3.2. е представен **концептуален модел за дигитална трансформация на зърнопроизводственото предприятие.**



Фиг. 4 - Фаза Анализ и оценка на текущото състояние

Източник: авторско изображение

Разработеният подход започва с диагностика на изходното състояние, включваща: технологичен одит на оборудването, софтуера и IoT решенията, анализ на производствените и управленските процеси, както и оценка на дигиталните компетентности и нагласите към промяна. Установено е, че тази фаза гарантира реалистичното дефиниране на потребностите и избора на подходящи технологични решения (фигура 4).

Следващите етапи обхващат планиране на дигиталната трансформация чрез формулиране на SMART цели, определяне на приоритети и ресурсно осигуряване, както и проектиране на поетапно внедряване. Предвидено е използването на **пилотни тестове**, които позволяват валидиране на решенията в ограничен обхват преди тяхното мащабиране. Подчертано е значението на **обучението и управлението на промяната**, които се идентифицират като основен двигател на приемането, ефективното използване и устойчивостта на внедрените дигитални системи. Процесът завършва с **мониторинг, оценка и оптимизация**, при които ключови показатели за изпълнение (KPI) служат за измерване на ефектите и за корекции на стратегията в реално време.

Значимостта на предложения модел е обоснована чрез система от ключови изисквания, осигуряващи неговата приложимост и устойчивост:

- На първо място е **гъвкавостта**, изразяваща се в адаптируемост към различни мащаби на стопанствата, нива на технологична зрялост, агроекологични условия и регулаторни рамки, постигната чрез модулност, стандартизирани интерфейси и „леки“ интеграции.
- **Мащабируемостта** позволява разширяване на капацитета чрез облачни услуги, автоматизация и абонаментни модели без непропорционално нарастване на разходите и сложността.
- **Интеграцията осигурява** съвместимост с наличната физическа и информационна инфраструктура, включително ERP, счетоводни системи, ГИС, машини и навигационни технологии, при спазване на

изисквания за API-съвместимост, стандарти за данни, киберсигурност и архивиране.

Архитектурата на информационната система е разработена като **многослойна** (фигура 5), като е обосновано, че именно този подход осигурява структурна яснота и последователен поток от данни - от полето към управленските решения.



Фиг. 5 – Архитектура на ИС – многослойна структура
Източник: авторско изображение

1. **Поземленият слой** е идентифициран като стратегически и уникален за българските условия, тъй като фрагментираната собственост, ежегодните комасационни споразумения и подпомагането „на площ“ изискват **динамична и надеждна основа**. Установено е, че този слой определя географската конфигурация на стопанството и логиката на планиране и отчетност.
2. **Полевият слой** е дефиниран като основен източник на първични данни, събирайки информация от IoT сензори (влага, температура, хранителни елементи), метеостанции, GPS/телеметрия, дроне и

машинни сензори, като по този начин осигурява фактическа база за анализи и автоматизация.

3. **Комуникационният слой** е проектиран да осигурява надежден и енергоефективен трансфер на данни, чрез технологии като LoRaWAN, NB-IoT, Wi-Fi и 5G, протоколи с минимален трафик (MQTT и др.) и агростандарти (ISOBUS/ ISO 11783), гарантирайки устойчив обмен и ниска енергоемкост за отдалечени точки.
4. **Интеграционният слой (middleware)** е обоснован като ключов за свързването на подсистемите, чрез API Gateway, ETL процеси и събитийно-базирана архитектура (Event Bus), което позволява реакции в реално време при аномалии като болести, отклонения в сензорни данни и риск за реколтата.
5. **Сърцевината на системата – бизнес логика и централната база данни (ЦБД)** е реализирана чрез FMIS платформа, интегрирана с ERP/ CRM/ ГИС/ IoT решения. Установено е, че тази архитектура позволява ефективно управление на култури, ресурси, инвентар, договори и ренти, финанси, проследимост и административни справки, като ЦБД осигурява исторически данни, сигурност, контрол на достъпа и възможност за надграждане.
6. **Аналитичният слой** е структуриран върху **Big Data хранилища** и **AI/ML модели**, използвани за прогнозиране на добиви, ранно предупреждение за риск и оптимизация на торене и пръскане, като BI-инструментите подпомагат визуализацията и сценарийното планиране.
7. **Интерфейсният слой** е разработен с фокус върху оперативното управление, чрез уеб и мобилни приложения с ролеви достъп, аларми, геовизуализации и дашборди, което осигурява управление „в реално време“ и ефективен полеви контрол.

За преминаване от концепция към практическо приложение, технологичният път е структуриран в пет етапа (T1–T5): дигитализация на данните (IoT, GPS, GIS); автоматизация и оперативна интеграция (FMIS, ERP/CRM, интелигентно напояване, секционен контрол); анализ и подпомагане вземането на решения (AI/ML, прогнозиране и оптимизация); външна свързаност и екосистемен обмен (API, взаимодействие с партньори и институции, блокчейн за проследимост); интелигентно и устойчиво земеделие (автономни машини, кръгова икономика и „зелени“ показатели). Тази поетапност отразява логична еволюция - от базови цифрови регистри към интегрирана, саморегулираща се система за управление на риска и ефективността.

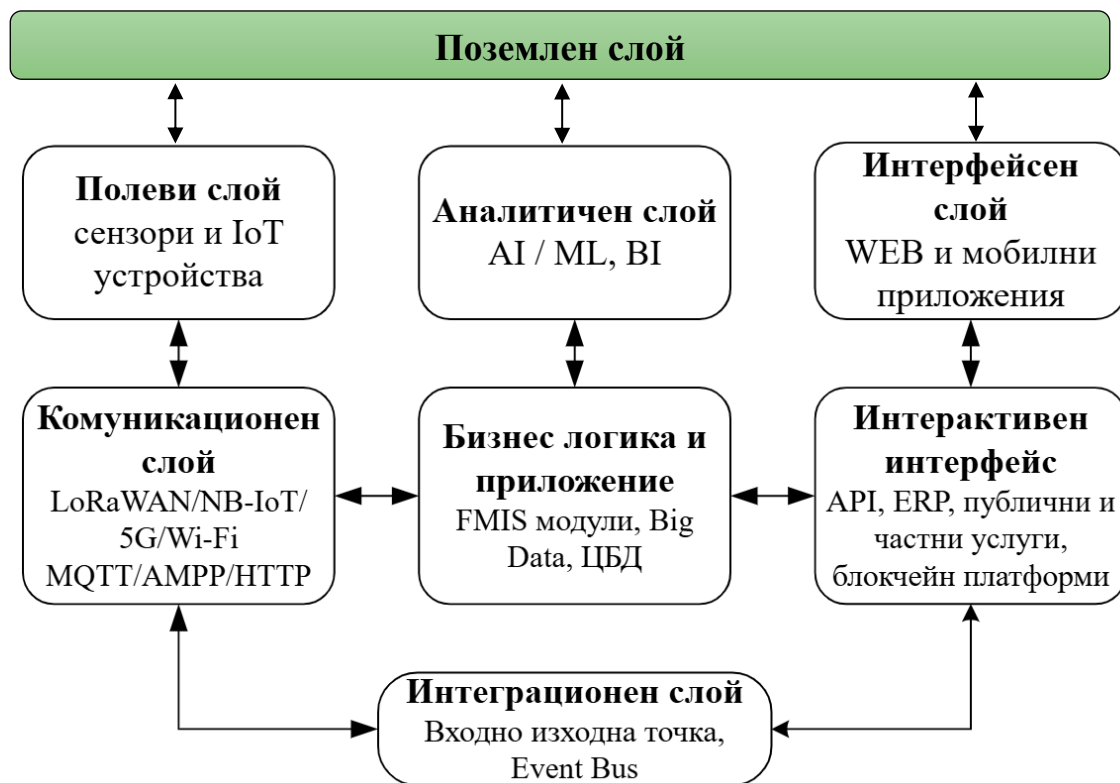
Автоматизацията е идентифицирана като ключов механизъм за трансформиране на данните в продуктивност чрез GPS-навигации и автопилоти за ограничаване на припокриванията, интелигентно напояване според почвени и метеорологични данни, автоматизирани комбайни с мониторинг на добивите, използване на дроне за наблюдение и прецизни третирания. В резултат се постига намаляване на ресурсното натоварване (горива, торове, препарати), съкращаване на производствените цикли, редуциране на грешките и освобождаване на човешки ресурс за аналитични и управленски дейности.

Допълнителна стойност е отчетена чрез осигуряването на сигурността на данните - криптиране, контрол на достъпа, резервираност, съответствие с изискванията на GDPR, използване на AI за откриване на аномалии и целенасочено обучение на персонала, което се разглежда като ключово условие за доверие, репутация и институционална съвместимост.

Трета глава адресира **българската специфика** чрез анализ на поземлените отношения, характеризиращи се с фрагментирана собственост, ежегодни комасационни споразумения (различни обработваеми полета) и необходимост от синхронизация с ОСП, което определя поземления слой

като критичен за валидността на всички последващи данни в архитектурата на модела.

Диаграма на модела е визуализирана на фигура 6.



Фиг. 6. – Диаграма на модела; *Източник: авторско изображение*

В параграф 3.3. е извършена **оценка и валидиране на предложения модел**, чрез емпирично изследване на **над 100 зърнопроизводствени предприятия**, от които **25** са анализирани в дълбочина.

Данните документират **преход от преобладаващи Excel-базирани и слабо интегрирани процеси към внедряване на специализирани системи** (Агросистеми, Арендатор-БГ, Кадис, Trimble, John Deere, Topcon и др.), което води до измерими ефекти: 10–20% намаление на разходите за торове и препарати; 5–10% ръст на добивите; елиминиране на грешки при теглене, съкращаване на отчетността и административните цикли и подобрена координация и проследимост. Установено е, че използването на IoT извън машинотракторния парк остава ограничено, въпреки значителният му потенциалът за намаляване на загубите, а интеграцията с

ERP/CRM системи продължава да бъде предизвикателство поради сезонност, поземлени отношения и нормативна динамика, което налага **постепенно внедряване и локално адаптирани решения.**

Ключов организационен извод е, че човешкият фактор и иновационната култура са определящи за успеха на дигиталната трансформация. Ефективното внедряване изисква целенасочено обучение, ролево ориентирани интерфейси, участие на персонала в пилотните проекти и използване на KPI стимули, като внедряванията следва да се планират съобразно кратките времеви прозорци между агротехническите кампании.

В своята цялост трета глава доказва приложимостта на практически валидиран модел, в който архитектурата осигурява интеграция и непрекъснат поток на данни, методологията гарантира постепенно и контролирано внедряване, KPI системата прави ефектите измерими, а емпиричните изследвания доказват реалистичността и приложимостта в български условия. Резултатът е интелигентно и устойчиво зърнопроизводствено предприятие, способно да управлява ресурсите и риска ефективно и да използва данните като стратегически актив за дългосрочна конкурентоспособност.

Резултатите от трета глава на дисертационния показват, че:

- **Разработеният модел е реализиран като интегрирана и модулна система,** която съчетава управленски, технологични и организационни елементи и функционира като многослойна архитектура (поземлен, полеви, комуникационен, интеграционен, бизнес логика/ ЦБД, аналитичен, интерфейсен слой), което гарантира устойчив поток от данни и управляемост на процеса на дигитална трансформация.
- **В модела е отчетена като водещ фактор българската специфика,** при която „поземленият слой“ е основополагащ поради фрагментираната собственост, ежегодните комасационни процеси с

промяна на обработваните полета и подпомагането „на площ“. Моделът изрично адресира двойните регистри (фирмени и държавни), кампанийния характер на процесите и необходимостта от синхронизация и контролни проверки.

- **Предложена е поетапна методологията, валидирана в реални стопански условия**, включваща анализ на изходно състояние → планиране/KPI → пилотни проекти → пълно внедряване → мониторинг/оптимизация. Пилотният подход намалява риска, ускорява приемането от персонала и позволява адаптация към конкретните условия на стопанствата.
- **Внедрената система от KPI осигурява измеримост и управляемост на ефектите**, чрез ясно дефинирани агрономични, икономически, екологични и оперативни индикатори. Регистрирани са типични резултати, изразяващи се в повишаване на добивите, намаляване на разходите за горива, торове и препарати, съкращаване на времето за документооборот, намаляване на грешките в отчетността, повишаване на възвръщаемостта на инвестициите (ROI в диапазона 8–18%).
- **Автоматизацията доказано трансформира наличните данни в продуктивност**, като използването на GPS навигации, автопилоти, секционен контрол на инвентара, интелигентно напояване, дроне и електронни кантари редуцират припокривания, загубите и човешките грешки и освобождават ресурс за аналитични и управленски дейности.
- **Аналитичният слой, базиран на AI / ML е идентифициран като стратегически инструмент**, осигуряващ прогнозни модели за добиви и риск, оптимизиране на интервенциите, табла за управление (дашборди) и решения „в реално време“, като създава основа за „цифров близък“ на стопанството.
- **ERP / CRM / FMIS решенията функционират като свързващ**

управленски слой, интегриращ производствени, финансови и регулаторни процеси, включително управление на ренти и комасации, дневници за растителна защита и административни справки, като чрез коректна конфигурация се преодоляват несъответствията между календарната (счетоводната) и селскостопанската година.

- **Емпиричната валидизация обхваща широк кръг стопанства** - над 100, от които 25 анализирани в дълбочина, като прилагането на технологии на TRIMBLE, John Deere, TOPCON и софтуерни платформи като Агросистеми, Арендатор-БГ, КАДИС и др. води до 10–20% намаление на използваните торове и препарати, 5–10% повишаване на добивите, елиминиране на грешки при теглене и съществено облекчаване и ускоряване на отчетните процеси.
- **Икономическият ефект е количествено определен по модули**, включително комасация (3–7 лв./дка), ренти (1–2 лв./дка), агрозадачник (3–6 лв./дка), мониторинг/анализ (+40–120 кг/дка); като за стопанство от 10 000 дка се постига приблизително 170 хил. лв. директен годишен ефект, без да се включват индиректните ползи.
- **Ролята на човешкия фактор и организационната култура е потвърдена като критична**, като ефективната дигитална трансформация е резултат от целенасочено обучение, ролево ориентирани интерфейси, вътрешни стимули (вкл. KPI, избягване на санкции), реалистично планирани срокове и осъзнато управление на интеграционната сложност.
- **Сигурността и регулаторното съответствието са реализирани като стратегически компонент**, чрез криптиране, контрол на достъп, резервираност, съответствие с GDPR, използване на AI за откриване на аномалии и ясни политики за управление на данните, което е предпоставка за доверие, прозрачно отчитане и институционална интеграция.

- **Формулирани са конкретни насоки за бъдещо развитие,** включващи разширяване на IoT извън машинотракторния парк; по-пълна интеграция с външни платформи и държавни ИС; развитие на прогнозните анализи и мобилните решения; екологичен мониторинг и доразвиване на модела на управление на поземлените отношения (напр. чрез платформата „Банка имоти“).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Изследването предлага цялостен модел за дигитална трансформация на зърнопроизводствените предприятия, основан на интеграцията между информационни системи, технологични решения и организационни промени. Анализът на теоретичните концепции и съществуващите практики показва, че дигитализацията е ключов фактор за модернизацията на аграрния сектор и за прехода към по-ефективно, устойчиво и прозрачно управление на производствените процеси. Моделът е структуриран така, че да отчита спецификите на българските поземлени отношения, фрагментираната структура на земята и високата зависимост от държавната регулация, което го прави приложим в реалната стопанска среда.

Разработената архитектура на информационната система е многослойна – включва поземлен, полеви, комуникационен, интеграционен, управленски, аналитичен и интерфейсен слой. Тази структура гарантира надежден поток от данни, интеграция между различните подсистеми и възможност за автоматизация на ключовите агротехнически и административни дейности. Технологичните компоненти (IoT, GPS и телеметрия, ГИС, дроне, аналитични платформи) се допълват от управленски модули (ERP, CRM, FMIS), което позволява вземане на решения в реално време, оптимизация на ресурсите и по-висока прозрачност на процесите.

Валидирането на модела е извършено чрез анализ на над 100 предприятия, от които 25 са разгледани подробно. Практическите резултати потвърждават, че внедряването на интегрирани информационни системи води до значително намаляване на разходите за горива, торове и препарати, повишаване на добивите, съкращаване на времето за отчетност и ограничаване на грешките. Данните показват, че автоматизацията и анализът в реално време подобряват ефективността на агротехническите операции, а

системата от КРІ показатели превръща дигиталната стратегия в управляем и измерим процес.

В заключение, предложената концепция доказва, че дигиталната трансформация в зърнопроизводството е най-успешна, когато се реализира чрез интегриран модел, съчетаващ гъвкава архитектура, поетапно внедряване, стандартизирани данни и активно участие на персонала. Моделът осигурява устойчиво развитие и конкурентоспособност на предприятията, като същевременно повишава ефективността на използване на ключовия производствен ресурс – земята.

ПРАКТИКО-ПРИЛОЖНИ НАСОКИ

1. Поетапно и целенасочено внедряване на дигитални технологии

Препоръчва се предприятията да прилагат дигиталната трансформация поетапно, започвайки с диагностичен анализ на наличната техника, софтуер и организационни процеси, последван от въвеждане на базови модули (поземлен регистър, договори, комасация, технологични карти), и постепенно надграждане към автоматизация, телеметрия, прецизни обработки и аналитични решения. Поетапният подход намалява риска, позволява адаптация и гарантира по-високо качество на интеграцията.

2. Стандартизиране и централизиране на данните

Препоръчително е да се изградят централизирани бази данни, съвместими с държавните системи и с всички вътрешнофирмени модули, включително ERP, CRM, FMIS. Стандартизираните формати на данните и автоматичния обмен чрез API намаляват грешките, ограничават дублирането и повишават прозрачността на управлението.

3. Активно използване на IoT, GPS и дроневи за мониторинг и контрол

Практиката показва, че сензорите, телеметрията и дроновете осигуряват ранно откриване на проблеми, по-добро планиране на

операциите и оптимизация на ресурсите. Препоръчва се внедряване на почвени и климатични IoT станции, GPS навигации с прецизен контрол, както и рутинно използване на дронове за мониторинг на културите, третирането и оценката на щетите. Това значително намалява разходите за торове, препарати и гориво.

4. Изграждане на управленски модел, основан на KPI

Предприятията следва да внедрят система от ключови показатели (добиви, разходи за торове и препарати, ефективност на техниката, време за операции, грешки в отчетността), които да се следят регулярно чрез BI табла. Това позволява вземане на решения в реално време, сравнение между сезони, култури и БЗС и ясно дефиниране на целите за подобрене.

5. Усъвършенстване управлението на поземлените отношения

Препоръчва се предприятията да дигитализират напълно процесите, свързани с договори, ренти, комасации и оценка на имотите. Използването на специализирани ГИС системи и автоматични проверки редуцира риска от грешки, повишава точността на регистрите и улеснява комуникацията с държавните системи (ИСАК, СЕУ). Внедряването на платформа от типа „Банка имоти“ може съществено да повиши прозрачността и устойчивостта.

6. Развитие на човешкия капитал и организационната култура

Дигиталната трансформация не може да бъде успешна без целенасочени обучения, вътрешни инструкции, ролеви интерфейси и стимули за персонала. Препоръчително е редовно обучение на водачи, агрономи и административни служители, както и въвеждане на ясни процедури за работа със системите, особено в агро-кампанийни периоди.

7. Автоматизация на критичните процеси

Предприятията следва да приоритизират автоматизацията на процеси, които са чувствителни към време и човешки грешки: прецизни обработки, водене на дневници за РЗ, проследяване на продукцията, складов контрол и електронно отчитане на добива. Електронните кантари, автоматизираното

разпределение на материали и сателитният контрол осигуряват значими ефекти върху качеството и ефективността.

8. Подобряване на интеграцията с държавните системи

От особено значение е предприятията да поддържат актуална и коректна информация, съответстваща с държавните и други регистри, за да се намалят административните грешки и риска от санкции. Препоръчва се максимално използване на автоматизирани справки, импорти/експорти на данни и проверки за несъответствия.

9. Създаване на вътрешни политики за сигурност и съответствие

Предприятията следва да приемат политики за киберсигурност, архивиране, контрол на достъпа и обработка на лични данни, за да осигурят защита на чувствителната информация и съответствие с нормативната рамка. Включването на AI системи за откриване на аномалии повишава устойчивостта и предотвратява загуби.

10. Насърчаване на устойчиви практики в аграрното производство

Препоръчва се използване на екологично ориентирани технологии: интелигентно напояване, оптимизация на торове и препарати, включване на възобновяеми енергийни източници, мониторинг на въглеродния отпечатък и управление на отпадъците. Тези практики водят до икономии, намаляване на екологичното въздействие и по-лесно участие в европейски програми.

IV. СПРАВКА НАУЧНИ ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В дисертационният труд са изведени следните **научноизследователски приноси**:

В теоретичен аспект:

1. Дефинирани са понятията „информационна система“ и „дигитална трансформация на бизнеса“ и е разработена концептуална рамка за приложението на информационните системи в агробизнеса, отчитаща подходите, технологиите и ограниченията пред дигитализацията на аграрния сектор.
2. Изследвана е ролята на дигиталната трансформация за интелигентното зърнопроизводствено предприятие чрез систематизиран модел за използване на ключовите съвременни технологии и тяхната интеграция в архитектурата на информационната система, подкрепен с емпиричен анализ на дигитализацията в зърнопроизводството.

В практико-приложен аспект:

3. Анализирано е нивото на дигитализация и използването на съвременни информационни системи в зърнопроизводствените предприятия, валидирано в над 100 български предприятия и сравнено с международни добри практики.
4. Дефинирана е система от ключови показатели (KPI), позволяваща количествено измерване на ефектите и идентифициране на икономически ползи от внедряването на дигитални решения.
5. Разработен и апробиран, интегриран авторов модел за дигитална трансформация на информационните системи на зърнопроизводствено предприятие, приложим в българската практика, с

многослойна архитектура и специфичен „поземлен слой“, за управление в реално време и предикативен контрол.

6. Създаден е концептуален модел за управление на поземлените отношения с използване на AI, за платформа тип „Банка имоти“. Предложени са приложни и управленски решения за дигиталната трансформация и препоръки за автоматизация, управление на промяната и повишаване на ефективността.

V. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Доклад **DIGITAL SOLUTIONS FOR THE ADMINISTRATION OF LAND MANAGEMENT PROCESSES IN THE REPUBLIC OF BULGARIA**

Автори: Nikolova Marina, Chernaeva Penka, Chernaev Petar

Сборник с доклади: „Innovative development of agricultural business and rural areas“, IDARA, 28-29 IX 2023 г., София, УНСС.

2. Доклад **„Културата фотоволтаик“ – дигитализация или развитие на селските райони?“**

Автор: инж. Пенка Чернаева

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.

3. Статия на тема **„Изкуственият интелект: помощник или заплаха за „мидъл мениджмънта“ при внедряване на информационни системи за управление на агробизнеса“**

Автор: инж. Пенка Чернаева

Годишен алманах „Научни изследвания на докторанти“, 2024 г.

4. Статия на тема **„Role of digital land management solutions in rural areas of the Republic of Bulgaria“**

Автори: Nikolova Marina, Chernaeva Penka

Международната конференция "Земеделие за цял живот"

Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development Vol. 25, Issue 2, 2025 PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952;

https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.25_2/volume_25_2_2025.pdf
f - Str. 573