

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETĂRI ECONOMICE

Cu titlu de manuscris:

CZU: 005.22:631

AMARFII-RAILEAN NELLI

**EFICIENTIZAREA MANAGEMENTULUI SECTORULUI AGRICOL ÎN
CONDIȚIILE INDUSTRIEI 4.0**

SPECIALITATEA: 521.03 – ECONOMIE ȘI MANAGEMENT
în domeniul de activitate

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe economice

Chișinău, 2022

**Teza a fost elaborată în cadrul secțiilor „Economie agroalimentară și dezvoltare rurală” și
„Cercetări Financiare și Monetare”,
Institutul Național de Cercetări Economice**

Consultant științific:

PERCIUN Rodica, doctor habilitat în științe economice, conferențiar cercetător

Referenți oficiali:

AIRINEI Dinu, doctor în științe economice, profesor universitar (UAIC, Iași, România)

BĂNCILĂ Natalia, doctor habilitat în științe economice, profesor universitar

CATAN Petru, doctor habilitat în științe economice, profesor universitar

Componența consiliului științific specializat:

STRATAN Alexandru, *președinte*, m.c. al AȘM, doctor habilitat în științe economice, profesor universitar

IORDACHI Victoria, *secretar*, doctor în științe economice, conferențiar cercetător

GAVRILESCU Camelia, doctor în științe economice, profesor universitar (România)

BAJURA Tudor, doctor habilitat în științe economice, profesor universitar

CIMPOIEȘ Dragoș, doctor habilitat în științe economice, profesor universitar

HÎNCU Rodica, doctor habilitat în științe economice, profesor universitar

Susținerea va avea loc la 25 mai 2022, ora 13.00, în ședința Consiliului Științific Specializat DH 521.03-21-5 din cadrul Institutului Național de Cercetări Economice, pe adresa: mun. Chișinău, str. Ion Creangă, 45, sala 209.

Teza de doctor habilitat și rezumatul pot fi consultate la Biblioteca Republicană Tehnico-Științifică și pe pagina web a ANACEC.

Rezumatul a fost expediat la 22 aprilie 2022.

**Secretar științific al Consiliului Științific
Specializat,**

doctor în științe economice, conferențiar cercetător

IORDACHI Victoria

Consultant științific

doctor habilitat în științe economice, conferențiar
cercetător

PERCIUN Rodica

Autor

**AMARFII-RAILEAN
Nelli**

CUPRINS

REPERE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
CONȚINUTUL TEZEI.....	12
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	32
BIBLIOGRAFIA	42
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI	44
ADNOTARE.....	48
АННОТАЦИЯ	49
ANNOTATION	50

REPERE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea și importanța temei de cercetare

Evoluțiile din ultimele decenii în domeniul automatizării proceselor de producție au condus la definirea celei de-a patra revoluții industriale, denumită „Industria 4.0”. Industria 4.0 este un domeniu foarte larg care include: procesele de producție, eficiența managementului, gestionarea datelor, relaționarea cu consumatorii, competitivitatea și multe altele. În același timp, Industria 4.0 a devenit o temă nouă de cercetare pentru specialiștii în management și alte discipline socio-economice.

Adoptarea Industriei 4.0 în management nu ține doar de implementarea noilor tehnologii, instrumente sau metode de producție, dar implică schimbări în toate aspectele de gestiune atât la nivelul intern al întreprinderii, cât și în relațiile cu toți partenerii ecosistemelor în care operează.

Din punct de vedere social, adoptarea Industriei 4.0 de către întreprinderi, urmând o abordare managerială corectă, ca rezultat al unei strategii naționale, ar spori bunăstarea întregii societăți și ar contribui la asigurarea unei dezvoltări sustenabile a economiei.

Pe prim plan, în acest context, apare problema eficientizării managementului sectorului agricol, deoarece, conform estimărilor internaționale, populația lumii va atinge cifra de 9,2 miliarde până în anul 2050, iar pentru satisfacerea cererii de produse agricole a populației, fermierii trebuie să producă cu 70% mai mult (FAO). Condițiile actuale de activitate, crizele economice și sanitare mondiale impun producătorilor să implementeze modele noi de gestiune a afacerilor agricole în locul celor tradiționale, pentru a păstra sustenabilitatea în agricultură. Globalizarea, care afectează inclusiv sectorul agricol, impune o nouă viziune strategică privind digitalizarea agriculturii.

În viziunea noastră, eficientizarea managementului prin utilizarea tehnologiilor digitale este viitorul agriculturii, iar încercările de a le ignora duce la stagnarea dezvoltării acestui sector.

În țările dezvoltate s-a demonstrat că TIC au capacitatea de a crește productivitatea și competitivitatea afacerilor în agricultură. Dezvoltarea tehnologiilor internet, a canalelor de comunicare și a platformelor digitale, a impulsionat apariția sistemelor de informare publice și a rețelelor industriale globale dincolo de limitele particulare ale întreprinderilor. Interacționând, aceste sisteme și rețele au un impact transformațional asupra tuturor sectoarelor economiei moderne, determinând o nouă epocă a automatizării industriale, a patra revoluție industrială.

Din analiza efectuată se atestă că criteriile de evaluare a eficienței managementului în Industria 4.0 sunt încă puțin studiate, iar implementarea structurată și sistemică a acestor tehnologii în economiile naționale pentru multe țări nu este pe deplin definitivată. Totuși, deja există studii internaționale [12, 16, 18, 24], precum și cercetările anterioare ale autorului, care

constată că așa metode ca organizarea „cloud-ului”, inteligența artificială, sisteme informaționale de gestiune și control, „blockchain-ul” [18, 21, 22], fiind valorificate de către entitățile economice vor genera, în consecință, eficientizarea managementului în toate sectoarele de activitate.

În același timp, tot mai multe cercetări demonstrează că anume implementarea Industriei 4.0, a tehnologiilor digitale și inovațiilor în agricultură, sunt considerate principalele criterii menite să crească eficiența activității de producție în această ramură și să propulseze dezvoltarea economică pe o treaptă superioară. În această ordine de idei, lucrarea investighează subiectul dat cu referire la situația în Republica Moldova, mai ales că dezvoltarea durabilă a sectorului agricol este identificată drept una din prioritățile strategice naționale de bază de dezvoltare și este crucială pentru asigurarea creșterii economice.

Din investigațiile efectuate în cercetare, am constatat că o perioadă îndelungată sectorul agricol nu a prezentat interes pentru agricultori și investitori, din cauza riscurilor climaterice, lipsei automatizării și inovațiilor, iar implementarea tehnologiilor informaționale în agricultură se limita la folosirea calculatoarelor pentru gestiunea finanțelor și monitorizarea tranzacțiilor comerciale.

În această lucrare ne-am axat pe analiza situației sectorului agricol național și pe perspectivele de dezvoltare a acestuia în epoca Industriei 4.0, prin prisma metodelor de eficientizare a managementului sectorului agricol, asociate condițiilor favorabile, infrastructurii, suportului din partea statului, introducerea inovațiilor bazate pe obținerea unui efect economic, industrial și de mediu înconjurător.

Gradul de cercetare a tematicii și identificarea problemelor existente

Tema investigată a fost abordată în politicile și strategiile de dezvoltare durabilă și de implementare a tehnologiilor digitale ale organismelor europene și internaționale: Banca Mondială, Organizația pentru Alimentație și Agricultură, Comisia Europeană.

Viziunile privind conceptul Industria 4.0, agricultura digitală și tehnologii informaționale pentru afaceri sunt abordate în lucrările economiștilor cu renume mondial: Schwab K., Christiansen B., Yüksel Ü., Deichmann U., Goyal A. etc. [15, 16]. Savații și cercetătorii români, ruși și autohtoni: Airinei D., Homocianu D., Bajura T., Banabic D., Stratan A., Vasile A., Volcov S., Lapidus L., Trendov N., Varas S., Zeing M. și alții [1, 2, 10, 11, 12, 13], prezintă mai multe abordări ale problemelor legate de implementarea tehnologiilor digitale în economie, agricultură, sfera serviciilor.

Autorii: Cimpoieș D., Gavriileșcu C., Catan P., Boincean B., Vasiliev A., Briuhanov A., Greve M., Neverova O., Peciura E. examinează dezvoltarea sectorului agricol prin aplicarea tehnologiilor ecologice, crearea întreprinderilor prelucrătoare pe principiile „economiei verzi”. Abordarea complexă a eficienței economice, financiare și ecologice este susținută de cercetătorii: Ganea V., Băncilă N., Iordachi V., Timuș A., Lebedeva O., Gafiatov I. [3, 7].

Studiile cercetătorilor Gunkova A., Krylatykh E., Tryachtsin M. au examinat implementarea inovațiilor și tehnologiilor digitale la nivelul regiunilor agricole și al entităților economice din acest sector.

Aplicarea modelelor matematice bazate pe digitalizare pentru estimarea eficienței afacerilor, inclusiv în sectorul agricol, a fost examinată preponderent de cercetătorii: Tyapkina M.F., Ilina E.A., Trușina G. S., Pristaș I.V., Serrano-Cinca C., Wilson L., Sharda R., Martln-Del-Brlo B., Wilson R. [14, 20, 21].

Totodată, în viziunea noastră, implementarea tehnologiilor digitale pentru eficientizarea managementului în sectorul agricol este un domeniu studiat insuficient de cercetătorii autohtoni, iar tematica tezelor de doctor și doctor habilitat în acest domeniu s-a axat pe problemele dezvoltării pieței muncii în mediul rural, creșterea productivității și eficiența managementului comercial în sectorul agro-alimentar, perfecționarea managementului strategic și strategii de dezvoltare a activităților de marketing în sectorul agricol. Mai mulți cercetători s-au preocupat de estimarea rezultatelor activităților operaționale în sectorul agricol, dezvoltarea exploatațiilor agricole familiare, raționalizarea politicilor de finanțare, managementul riscurilor și eficacitatea deciziilor ca element al creșterii competitivității întreprinderilor din sectorul agricol.

Problema eficientizării managementului în sectorul agricol prin implementarea tehnologiilor digitale la momentul actual nu a fost studiată. Astfel, principalele argumente ce au determinat alegerea temei de cercetare reiese din necesitatea:

- de precizare și definire a conceptelor de Industrie 4.0, agricultură digitală și Management 4.0;
- de argumentare a influenței și rolului tehnologiilor informaționale în dezvoltarea sectorului agricol prin prisma experienței internaționale;
- de sistematizare a principalului instrumentar al Industriei 4.0 ce poate fi aplicat în managementul întreprinderilor agricole;
- de identificare a principalelor bariere ce stopează implementarea noului model de management;
- de conturare a unor direcții de politici publice ce ar stimula implementarea instrumentarului digital în cadrul întreprinderilor agricole.

La momentul actual, conceptele Industrie 4.0 și Agricultură digitală nu sunt studiate, iar cercetările existente în domeniul aplicării tehnologiilor informaționale în afaceri se referă la comerțul electronic și promovarea afacerii. De asemenea, la momentul actual, în Republica Moldova nu este identificată bază științifică și legislativă cu privire la digitalizarea sectorului agricol și abordarea Industriei 4.0 ca strategie de dezvoltare economică a țării.

În această ordine de idei, se conturează problema necesității conceptualizării fenomenului

Industriei 4.0, recunoscut și valorificat de țările lumii ca o etapă nouă de creștere economică a Republicii Moldova, prin dezvoltarea și digitalizarea principalelor sectoare de activitate.

Scopul și obiectivele cercetării

Scopul lucrării constă în elaborarea bazei teoretico-metodologice și aplicative a instrumentarului Industriei 4.0 care va asigura eficientizarea managementului întreprinderilor agricole din Republica Moldova.

Pentru realizarea scopului determinat, autorul a formulat următoarele obiective:

O1. Fundamentarea teoretico-conceptuală a noțiunii „Industria 4.0”, Agricultura 4.0, Management 4.0 și a semnificației acestora în eficientizarea managementului întreprinderilor agricole.

O2. Sistematizarea instrumentarului Industriei 4.0 care va duce spre eficientizarea managementului întreprinderilor agricole.

O3. Evaluarea gradului pregătirii economiei naționale pentru Industria 4.0 (analiza experienței internaționale versus experiența Republicii Moldova).

O4. Diagnosticarea potențialului de digitalizare al agriculturii Republicii Moldova.

O5. Analiza percepției Industriei 4.0 de către antreprenorii și managerii întreprinderilor agricole și a barierelor ce stau în calea implementării instrumentarului Industriei 4.0.

O6. Analiza diagnostic a conjuncturii și tendințelor de dezvoltare a sectorului agricol și analiza eficienței managementului întreprinderilor agricole din Republica Moldova.

O7. Analiza politicii și direcțiilor de subvenționare a întreprinderilor agricole naționale în scopul stimulării activităților inovatoare.

O8. Determinarea interdependenței dintre managementul bazat pe instrumentarul Industriei 4.0 și performanța întreprinderilor din sectorul agricol din Republica Moldova.

O9. Identificarea unor instrumente de management 4.0 pentru eficientizarea managementului în sectorul agricol.

O10. Elaborarea unei platforme digitale care ar duce la eficientizarea managementului întreprinderilor agricole și testarea acesteia.

O11. Elaborarea recomandărilor de înlăturare a barierelor ce stau în calea implementării instrumentarului Industriei 4.0 și de eficientizare a managementului întreprinderilor sectorului agricol.

Ipotezele cercetării:

I1. În prezent, în sectorul agricol predomină modelul tradițional de management, care urmează calea extensivă de dezvoltare.

I2. Întreprinderile care adoptă modelul intensiv de dezvoltare sunt mai profitabile și înregistrează ritmuri pozitive de creștere.

I3. Utilizarea instrumentelor Industriei 4.0 în sectorul agricol va duce nemijlocit și incontestabil la eficientizarea managementului și crearea modelului intensiv de dezvoltare.

Deci, **ipoteza generală** pe care dorim s-o confirmăm în această lucrare este faptul că creșterea eficienței managementului în sectorului agricol va putea fi atinsă prin aplicarea instrumentarului bazat pe Industria 4.0.

Astfel, în această lucrare vom răspunde la următoarele întrebări:

1. Care întreprinderi se atestă a fi mai profitabile din punct de vedere al modelului de management utilizat?
2. Care sunt factorii ce determină în prezent modelul de management predominant în sectorul agricol sau de ce managerii preferă modelul vechi și nu doresc schimbări?
3. Instrumentele digitale ale Industriei 4.0 pot să contribuie la eficientizarea managementului întreprinderilor agricole sau acestea nu au efect imediat?

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese. Pentru realizarea obiectivelor propuse în cercetare au fost aplicate metodele științifice generale: analiza, sinteza, istoricul și logicul, analiză critică a materialelor, clusterizarea, dar și metodele de analiză și diagnostic economico-financiar, sondajul, prelucrarea statistică a datelor empirice și a datelor oficiale, metoda graficelor, indicatorilor și indicilor, comparația, gruparea etc.

Suportul informațional al cercetării este constituit din: monografia, legislația, politicile și strategiile internaționale europene din domeniul digitalizării economiei și agriculturii țărilor lumii, politicile și strategiile naționale privind dezvoltarea sectorului TIC și implementarea tehnologiilor informaționale în diverse domenii de activitate, publicațiile, rapoartele și concluziile analitice publicate de organisme și instituțiile internaționale precum: Organizația pentru Alimentație și Agricultură (FAO), Uniunea Internațională de Telecomunicații (ITU), Banca Mondială, Organizația Națiunilor Unite (ONU), Comisia Europeană (CE) etc., datele Biroului Național de Statistică, Ministerul Economiei și Infrastructurii, Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului, Agenției pentru Intervenție și Plăți pentru Agricultură (AIPA), Agenției Naționale pentru Reglementare în Comunicații Electronice și Tehnologia Informației (ANRCETI), situațiile financiare și rapoartele statistice ale întreprinderilor agricole și rezultatele sondajului întreprinderilor agricole, realizat în cadrul cercetării.

Rezultatele principal noi obținute pentru știință și practică, înaintate spre susținere, sunt:

1. Dezvoltarea bazei teoretico-metodologice ale conceptelor de revoluție industrială, Industrie 4.0, economie digitală, agricultură digitală, management 4.0, precum și identificarea instrumentarului managementului 4.0.
2. Identificarea gradului de pregătire a economiei Republicii Moldova pentru Industria 4.0.

3. Identificarea potențialului de digitalizare a agriculturii Republicii Moldova în vederea utilizării instrumentarului digital care ar duce la eficientizarea managementului întreprinderilor agricole.

4. Studiul empiric privind gradul de percepere a necesității de digitalizare și a barierelor ce stau în calea implementării noului model de management în cadrul întreprinderilor agricole autohtone.

5. Determinarea interdependenței dintre modelul de dezvoltare și tipul de management utilizat în întreprinderile agricole și performanța acestora, prin aplicarea modelelor matematice de analiză.

6. Diagnosticarea întreprinderilor agricole, care au dorit să facă parte din prezenta cercetare, prin intermediul aplicării variantei actualizate a programului soft „Diagnoza” (acest program soft a fost elaborat de autor, în anul 2007 și a fost aprobat în teza de doctor). Acest rezultat științific are și un impact educativ și de motivare, deoarece unul din impedimentele identificare a fost convingerea managerilor că instrumentele digitale sunt costisitoare și complicate în aplicare.

7. Elaborarea platformei digitale „BioFuraje” și „SmartFarmer” pentru eficientizarea managementului în domeniul creșterii animalelor.

8. Elaborarea recomandărilor privind aplicarea instrumentelor Industriei. 4.0 în politicile de dezvoltare a sectorului agricol.

Aceste rezultate principal noi au demonstrat că:

1. Fenomenul Industriei 4.0 este aplicat la scară largă și abordat în strategiile de dezvoltare a țărilor lumii, iar dezvoltarea durabilă a economiei și, în special a agriculturii, nu poate fi percepută fără tehnologii informaționale.

2. În Republica Moldova la momentul actual nu există o strategie privind Industria 4.0 și, în particular, a sectorului agricol, ceea ce impune elaborarea unei asemenea strategii și acordarea suportului necesar pentru școlarizarea agricultorilor și fermierilor în domeniul digital, precum și subvenționarea investițiilor în tehnologii digitale pentru agricultură.

3. Există o dependență directă dintre nivelul de digitalizare a afacerii, eficiența managementului și performanța economică a întreprinderii, iar modelele digitale de gestiune a afacerii pot optimiza procesele de fabricație, reduce costurile de producere și crește competitivitatea produselor agricole autohtone și eficiența afacerilor în agricultură.

În baza rezultatelor am soluționat următoarea **problema științifică actuală importantă pentru domeniul științelor economice**, care constă în fundamentarea teoretico-metodologică a conceptului Industriei 4.0 în sectorul agricol, fapt care a determinat valorificarea instrumentelor digitale în întreprinderile agricole, în vederea sporirii eficienței managementului acestora.

Menționăm că **problema științifică aplicativă soluționată** constă în aplicarea platformei digitale „BioFuraje” pentru optimizarea costurilor de producție și creșterea productivității, fapt ce a confirmat eficientizarea managementului în termeni restrânși de timp.

Rezultatele asimilate au permis dezvoltarea unei **direcții științifice noi**, și anume implementarea Industriei 4.0 în sectorul agricol, care trebuie instituționalizată în Strategia de digitalizare a sectorului agricol.

Noutatea și originalitatea științifică a rezultatelor obținute este fundamentată de cercetarea în premieră a eficienței managementului în sectorul agricol din Republica Moldova prin prisma Industriei 4.0, iar însăși problema digitalizării afacerilor în condițiile actuale de activitate este abordată într-un mod complex și sistemic, evidențiind impactul tehnologiilor informaționale asupra tuturor domeniilor de activitate.

Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor realizate, modelul digital de eficientizare a afacerii elaborat de autor au determinat o nouă orientare în dezvoltarea sectorului agricol, prin implementarea tehnologiilor digitale și produselor Industriei 4.0.

În rezultatul studiilor realizate, s-a atestat că Industria 4.0 este o arie nouă de cercetare, puțin tratată în lucrările de specialitate și practica de management, dar care constituie o conjunctură temeinică pentru eficientizarea managementului sectorului agricol pentru creșterea productivității și competitivității afacerilor în acest sector.

Semnificația teoretică. Cercetările realizate delimitează cadrul teoretic și conceptual al eficienței managementului în sectorul agricol în condițiile implementării TIC, precum și a conceptului de Industrie 4.0 ca strategie de dezvoltare economică. Reconceptualizarea modelului teoretizat al ecosistemului industrial în sectorul agricol servește ca model de gestiune eficientă a procesele operaționale, a fluxurilor financiare, a relațiilor cu clienții și personalul întreprinderii.

Recomandările formulate în partea teoretică a cercetării pot fi abordate de structurile statului și instituțiile preocupate de problema digitalizării economiei și impactului tehnologiilor informaționale asupra societății contemporane.

Valoarea aplicativă a lucrării rezultă din aplicabilitatea practică a modelelor și a produselor digitale prezentate de autor, care pot fi implementate de către întreprinderile agricole, indiferent de forma organizatorico-juridică, mărimea și situația economică, precum și de asociațiile de fermieri sau producători agricoli, în vederea asigurării dezvoltării sustenabile a sectorului agricol în Republica Moldova.

Recomandările științifice privind soluționarea problemelor elucidate în sectorul agricol vor permite autorităților responsabile să elaboreze un sistem de măsuri pentru stimularea investițiilor în TIC pentru dezvoltarea agriculturii și relansării economice a țării.

Abordările teoretice și metodologice privind digitalizarea agriculturii constituie o bază relevantă pentru elaborarea cadrului normativ și conceptual pentru strategia de digitalizare a agriculturii din Republica Moldova.

În lucrare sunt studiate exemple de digitalizare a agriculturii din practica internațională, este analizat gradul de percepere a Industriei 4.0 de structurile de guvernare și societate, precum și nivelul de pregătire a economiei naționale pentru acceptarea acestei provocări.

Noțiunile teoretice și modelele aplicative prezentate în cercetare pot fi valorificate de cercetătorii din mediul academic de profil economic și agronomic cât și de managerii preocupați de valorificarea produselor TIC pentru eficientizarea proceselor de producției și sporirea competitivității sectorului agricol.

Aprobarea rezultatelor științifice ale lucrării sunt reflectate în 50 de publicații științifice, dintre care 2 monografii monoautor, 4 articole în reviste științifice de peste hotare (dintre care un articol în revista inclusă în BDI SCOPUS), 9 articole în reviste naționale, 7 articole ale lucrărilor manifestărilor științifice internaționale peste hotare, 27 articole în culegerile conferințelor științifice internaționale desfășurate în Republica Moldova.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele științifice obținute în cadrul cercetării în cauză au fost valorificate în proiectul de cercetare în cadrul Programului Național 20.80009.0807.22 „Dezvoltarea mecanismului de formare a economiei circulare în Republica Moldova”, executat în cadrul Institutului Național de Cercetări Economice.

Recomandările elaborate de autor în cadrul cercetării, sunt atestate prin Certificatele de implementare vizate de către Agenția de Dezvoltare Regională Nord (ADR Nord), Agenția de Intervenție și Plăți pentru Agricultură (AIPA), ÎS ICCIC „Selecția”, SA „Avicola”, ÎCS „Moldova Zahăr” SRL, SRL „Cromolagro”, SRL „DANT-AGRO”, SRL „SARURCON”, SRL „Vara-Milk” și Certificatul de înregistrare a obiectelor dreptului de autor și drepturilor conexe, AGEPI, Seria O, Nr. 6955 din 21.07.2021

Sumarul compartimentelor tezei

Cercetarea este structură în introducere, 5 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia din 280 de titluri și 27 anexe. Conținutul tezei este expus pe 260 pagini de text de bază, conține 16 tabele și 118 figuri.

Cuvinte-cheie: eficientizarea managementului, Industria 4.0, agricultură digitală, tehnologii informaționale și comunicaționale, revoluția industrială, ecosisteme industriale, tehnologia Blockchain, dezvoltarea durabilă, platformele digitale agricole.

CONȚINUTUL TEZEI

Capitolul 1 „Fundamentarea conceptului managementului în condițiile Industriei 4.0”. În acest capitol sunt fundamentate științific noțiunile: „Industrie 4.0”, „Agricultură digitală” și „Management 4.0”. Conceptul de Industrie 4.0 este abordat ca o paradigmă nouă de dezvoltare a economiei digitale, iar agricultura digitală și Managementul 4.0 sunt tratate prin conceptualizarea noilor modele de gestiune a afacerilor, în special în agricultură și de dezvoltare a acestui sector în epoca digitală.

Noțiunea de Industrie 4.0, fiind un concept nou, nu are o definiție general acceptată în literatura de specialitate. Lucrările și cercetările examinate conțin un spectru larg de definiții și abordări. În cadrul Industriei 4.0, numită în multe surse și economie digitală, procesele de producție, distribuție, schimb și consum au loc prin intermediul tehnologiilor digitale, iar actorii pieței interacționează prin intermediul unei rețele de calculatoare și produse software. În viziunea noastră, *Industria 4.0 este bazată pe economia în care factorul-cheie sunt informațiile digitale, procesarea și analiza volumelor mari de date cu implicarea inteligenței artificiale și utilizarea rezultatelor analizei pentru eficientizarea managementului și prognozarea rezultatelor.*

Pentru fundamentarea teoretico-conceptuală a noțiunii „Industria 4.0” și a semnificației acesteia în schimbarea paradigmei dezvoltării economice au fost identificate principalele caracteristici și descriși cei 10 piloni ai Industriei 4.0. (figura 1).

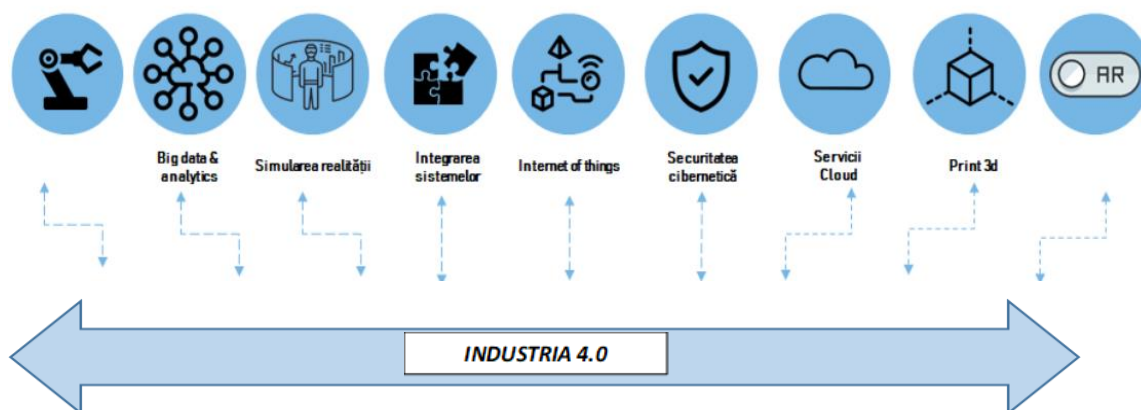


Fig.1. Tehnologiile specifice Industriei 4.0

Sursa: elaborată de autor

Comparativ cu formele tradiționale de management, digitalizarea proceselor decizionale contribuie semnificativ la creșterea eficienței proceselor de producție, stocare, livrare de mărfuri, prestare de servicii, precum și la creșterea eficienței tehnologiilor și echipamentelor aplicate în aceste procese. În eficientizarea managementului producției și al serviciilor, Industria 4.0 se concentrează pe crearea de sisteme inteligente și comunicative, inclusiv comunicarea între mașini și interacțiuni om-mașină. Cercetările realizate la acest subiect ne conduc către ideea că în contextul Industriei 4.0, întreprinderile trebuie să se ocupe de stabilirea unui management

eficient bazat pe valorificarea produselor digitale. În viziunea noastră, Industria 4.0 este un instrument de sporire a rezultatelor activității și dezvoltării economice, iar digitalizarea are un impact considerabil asupra eficienței managementului.

Analiza evoluției științei managementului întreprinderii și conexiunii acestuia cu revoluțiile industriale a fundamentat conceptul de Management 4.0, definit drept capacitatea de a controla proiecte complexe în afaceri. Modelele noi de afaceri, bazate pe tehnologii informaționale, nu mai pot fi gestionate folosind metodele clasice de management. Competențele digitale contribuie la amplificarea capacității managementului și angajaților pentru creativitate și inovare, iar ideea că creativitatea și inovarea sunt printre factorii principali necesari creșterii eficienței și asigurării succesului în afaceri în Republica Moldova este susținută de cercetătorii autohtoni.

Particularitățile distinctive ale Managementului 4.0, care sporesc eficiența întreprinderilor, sunt: *modelul de structură matricială, echipa de proiect, ierarhia plană, descentralizarea, leadership.*

În viziunea noastră, *Managementul 4.0 trebuie să asigure practici de management adecvate, pentru a oferi angajaților un climat de învățare și inovare, care va facilita implementarea Industriei 4.0 în economia națională.*

Din analiza viziunilor și definițiilor atribuite agriculturii digitale, conchidem că aceasta este percepută de autorii străini ca o agricultură inteligentă cu economie de resurse, de înaltă calitate și nepoluantă. În viziunea multor autori, agricultura digitală este cea mai eficientă și necesară abordare pentru a realiza toate aceste transformări prin utilizarea TIC pentru a crește rentabilitatea și sustenabilitatea în agricultură. Termenul de Agricultură 4.0 alături de Industrie 4.0 este tot mai des abordat în Strategiile de dezvoltare durabilă și politicile de creștere economică ale multor state din lume.

Din analiza literaturii, constatăm că cercetările pot fi împărțite în trei direcții principale: aplicarea tehnologiilor informaționale în agricultură în țările în curs de dezvoltare, precum și a teritoriilor cu o situație socio-economică dificilă, dar cu condiții climatice favorabile pentru dezvoltarea agriculturii [16]; determinarea rolului tehnologiilor digitale în dezvoltarea complexului agroindustrial și a agriculturii; identificarea posibilităților de utilizare a tehnologiilor digitale în funcție de nivelul și scara afacerii, de tipurile de proprietate, inclusiv pentru fermele mici, care constituie baza economiei agrare locale a țărilor dezvoltate și în curs de dezvoltare.

În viziunea noastră, dezvoltarea durabilă în agricultură prin digitalizare presupune elaborarea unor noi modele de management bazate pe tehnologii informaționale care să asigure creșterea productivității în întreprinderile agricole, conservarea solului și a biodiversității prin

minimalizarea impactul negativ asupra mediului ambiant, asigurând un nivel stabil de producere și profit.

Capitolul 2 „Modele și instrumente de eficientizare a managementului în Industria 4.0”.

În acest capitol au fost identificate instrumentele digitale în vederea eficientizării managementului în sectorul agricol în condițiile Industriei 4.0.

Identificarea și sistematizarea instrumentelor și modelelor de afaceri cu care operează Managementul 4.0 în cadrul economiilor digitalizate și care deja au demonstrat rezultate impunătoare în eficientizarea managementului tradițional a determinat trasarea unor noi direcții de dezvoltare și subvenționare a sectorului agricol, precum și elaborarea unor modele inovatoare de gestiune a afacerilor în acest sector.

În acest context, capitolul în cauza are drept scop nu doar examinarea instrumentelor și aplicațiilor specifice Industriei 4.0, dar propune și un cadru conceptual pentru industria digitalizată, în special ecosistemele industriale, ca model de afaceri pentru întreprinderile agricole, care vor să urmeze direcțiile transformării digitale în drumul lor spre dezvoltare și succes. Modelul de gestiune bazat pe principiul de ecosistem industrial reprezintă un cadru conceptual nou pentru agricultură, care în contextul „economiei verzi”, creează armonia între tehnologiile de producere moderne și echilibrul ecologic (figura 2).

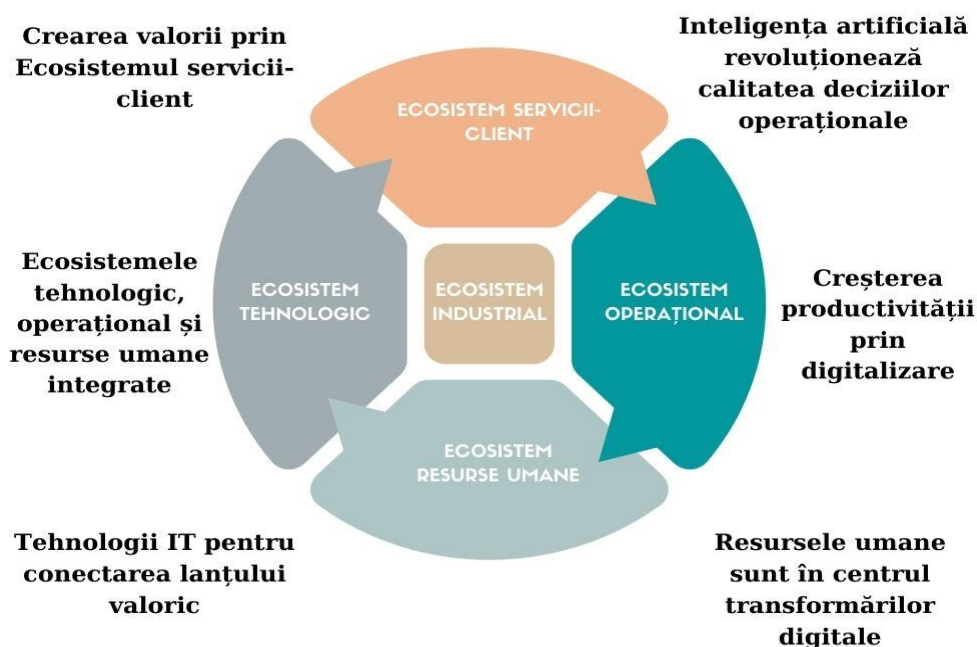


Fig. 2. Constatări-cheie pentru un ecosistem industrial eficient

Sursa: elaborată de autor

De asemenea, în acest capitol sunt examinate agricultura de precizie, tehnologia blockchain, aplicații ale inteligenței artificiale, softuri și modele matematice pentru diagnoză și previziune, precum și instrumente eficiente de gestiune și control specifice Industriei 4.0.

Capitolul 3 „Premisele implementării instrumentelor Industriei 4.0 în sectorul agricol al Republicii Moldova”. În acest capitol a fost studiată experiența internațională în domeniul digitalizării economiei versus experiența Republicii Moldova și contextul național economic și legislativ de implementare a TIC.

O parte considerabilă a cercetărilor este dedicată diagnosticului potențialului de digitalizare al agriculturii Republicii Moldova și analizei percepției Industriei 4.0 de către antreprenorii și managerii întreprinderilor agricole și a gradului de pregătire a lor pentru implementarea instrumentarului managementului 4.0.

În rezultatul cercetărilor realizate în acest capitol concluzionăm următoarele:

1. Țările Uniunii Europene, Statele Unite ale Americii, Japonia și China au introdus conceptul de Industrie 4.0 în politicile lor strategice de dezvoltare națională. Tehnologiile digitale au demonstrat un real potențial de creștere al volumului PIB (în medie cu 10% anual) și reduceri estimate ale costurilor cu 30%, creșterea indicatorilor de profitabilitate și a competitivității produselor și serviciilor. Planul nou de acțiuni al Uniunii Europene pentru o economie circulară pune la baza noilor modele de afaceri tehnologiile digitale, care vor soluționa problema deșeurilor și vor asigura un consum inteligent de resurse.

2. Republica Moldova este pregătită pentru adaptarea în practică a provocărilor celei de-a patra revoluții industriale. Conform raportului ITU, pentru nivelul său de dezvoltare, economia națională dispune de o infrastructură extinsă de tehnologii informaționale.

3. Necesitatea implementării strategiilor naționale de digitalizare a agriculturii a fost recunoscută de multe state ale lumii, care au adoptat politici guvernamentale de promovare și finanțare a TIC în sectorul agricol. O strategie națională eficientă de E-agricultură, în viziunea noastră, va raționaliza resursele (financiare și umane) și va spori eficiența sectorului agricol prin sinergii intra-industriale și sectoare de activitate.

4. În Republica Moldova nu există o strategie directă pentru digitalizarea sectorului agricol, dar există mai multe inițiative în cadrul Strategiei Naționale de dezvoltare a societății informaționale „Moldova digitală 2020”, privind dezvoltarea serviciilor digitale pentru agricultură precum: Sistemul informațional de transmitere a datelor în timp real prin intermediul soluțiilor web și telefonie mobilă cu componentele: PACT (Platforma de Avertizare și Comunicare Timpurie) și SIMA (Sistemul Informațional de Marketing Agricol). Aceste sisteme, existente la nivelul serviciilor de informare în sectorul agricol, necesită suport financiar pentru dezvoltare și implementare la scară largă.

5. Analiza detaliată a cheltuielilor în TIC denotă o creștere considerabilă a acestora cu 163 puncte procentuale în ultimul deceniu, în același timp, dinamica ponderii cheltuielilor TIC în sectorul agricol este neesențială (de la 0,13% în 2009 la 0,24% în 2019). O excepție de la

tendința generală de creștere a cheltuielilor pentru TIC în agricultură este anul 2020, în care volumul acestui indicator s-a redus cu 3,26 puncte procentuale, în timp ce cheltuielile pentru tehnologii informaționale în total pe economia Republicii Moldova s-au redus cu 23,89 puncte procentuale față de anul 2019. Fenomenul dat a fost determinat de șocul cauzat de pandemia COVID-19, în primul an, care a stopat investițiile în tehnologiile informaționale. (a se vedea figura 3).

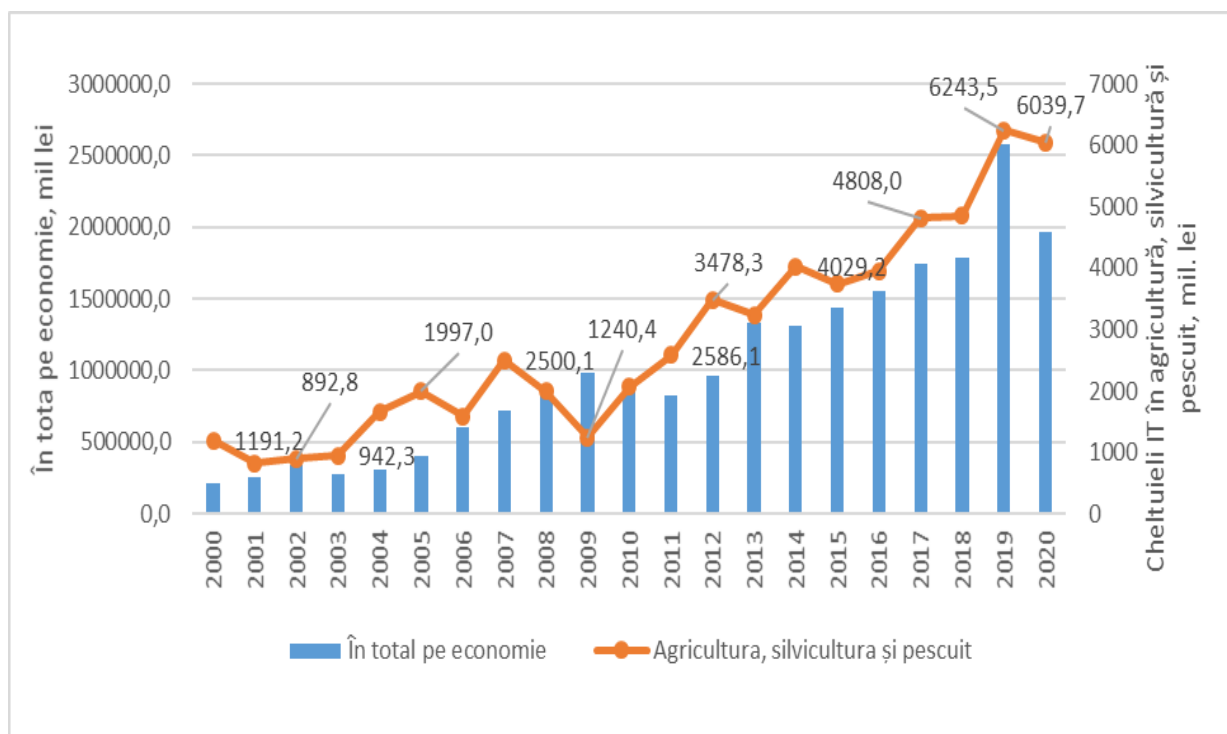


Fig. 3. Dinamica cheltuielilor pentru tehnologii informaționale în agricultură, silvicultură și pescuit și în total pe economia Republicii Moldova, mil. lei (perioada 2000-2020)

Sursa: elaborată de autor în baza datelor BNS

6. Pentru a consolida potențialului de digitalizare al sectorului agricol în Republica Moldova, în viziunea noastră, este necesară promovarea conținuturilor și serviciilor digitale în localitățile rurale; consolidarea competențelor digitale și alfabetizării pentru a stimula utilizarea tehnologiilor digitale în agricultură și crearea climatului inovațional necesar atragerii investițiilor și subvenționarea dezvoltării serviciilor digitale în sectorul agricol.

7. Specializarea agroindustrială și agricolă a economiei Republicii Moldova necesită nu doar condiții climatice favorabile, dar și sprijinul statului pentru dezvoltarea inovatoare a industriei. Este necesar de a dezvolta un program regional pentru susținerea întreprinderilor mici și mijlocii în domeniul producției agricole și un sistem fiscal preferențial pentru întreprinderile agricole care introduc în mod activ tehnologiile digitale în activitatea lor.

Studiul empiric privind gradul de percepere a necesității de digitalizare a întreprinderilor agricole, a fost realizat în acest capitol.

Studiul a vizat patru obiective de bază: 1. *evaluarea gradului de percepere a necesității de digitalizare a afacerii de antreprenorii și managerii din sectorul agricol;* 2. *determinarea gradului de alfabetizare a antreprenorilor și managerilor în domeniul digitalizării afacerilor în agricultură;* 3. *identificarea gradului de adaptare a tehnologiilor digitale în afacerea gestionată;* 4. *determinarea predispoziției antreprenorilor de realizare a investițiilor pentru implementarea Industriei 4.0 în agricultură.*

Studiul ne-a permis **validarea ipotezei privind necesitatea digitalizării afacerilor în agricultură în vederea eficientizării managementului, percepută de antrenorii și managerii din acest sector de activitate.**

Astfel, în viziunea antreprenorilor și managerilor din sectorul agricol, implementarea produselor și tehnologiilor digitale, reprezintă o necesitate pentru întreprinderile agricole la etapa actuală de dezvoltare (87,2% din respondenți percep necesitatea de implementare a TIC pentru dezvoltarea mai accelerată a afacerii lor). De asemenea, a fost identificată necesitatea instruirii în domeniul tehnologiilor digitale pentru afaceri a antreprenorilor, managerilor și angajaților din agricultură (88,3% din respondenți), 3,4% din antreprenorii din agricultură nu conștientizează necesitatea produselor digitale pentru eficientizarea activității lor.

Din cauza costurilor înalte, 40,5% nu folosesc tehnologii informaționale în activitatea agricolă și menționează necesitatea subvenționării investițiilor în TI și elaborarea programelor de finanțare a investițiilor în TIC pentru agricultură.

Din produsele și tehnologiile digitale, specifice Industriei 4.0, cele mai cunoscute sunt soft-urile pentru afaceri – 41,3% din respondenți; platformele digitale – 34,5%; sisteme automatizate de gestiune și control – 32,4%; cunosc despre roboți industriali și inteligența artificială – 26,3% și 20,6% respectiv. Mai puțin sunt cunoscute Internetul obiectelor – 17,4% și tehnologia Blockchain – 8,6%, în același timp, 27,1% din intervievați nu au cunoștințe despre produsele digitale și tehnologiile enumerate în sondaj (a se vedea figura 4).

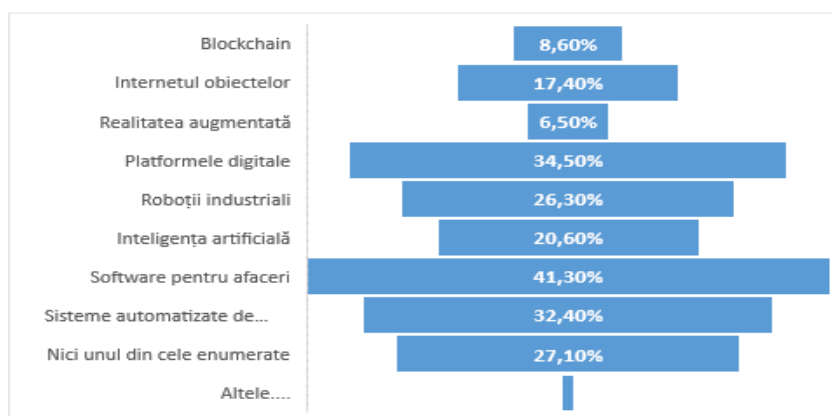


Fig. 4. Gradul de cunoaștere a tehnologiilor și produselor digitale ale Industriei 4.0 de către antreprenorii din sectorul agricol

Sursa: elaborată de autor în baza chestionarului

Rezultatele studiului ne-au permis identificarea a **patru tipuri de manageri în sectorul agricol** (manageri-inovatori, manageri avansați, manageri interesați și manageri-conservatori). Ponderea managerilor care posedă competențe digitale și sunt predispuși pentru investiții în TIC este mică, mulți din ei menționând lipsa mijloacelor financiare, a suportului din partea statului și cunoștințelor în domeniu digitalizării (figura 5).

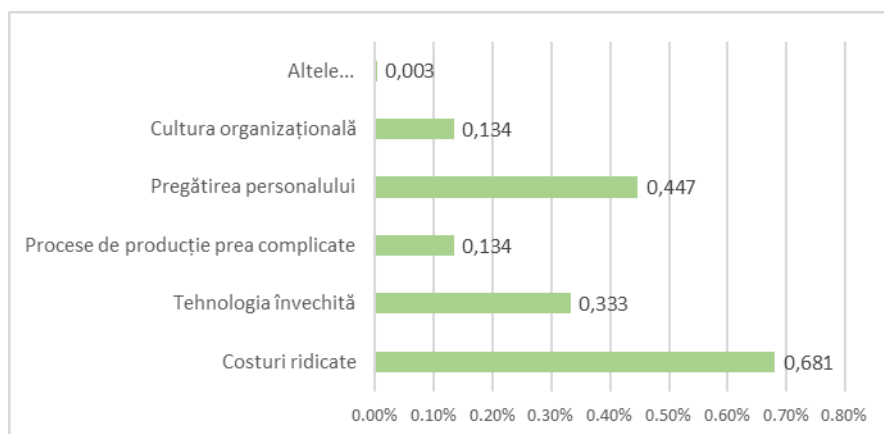
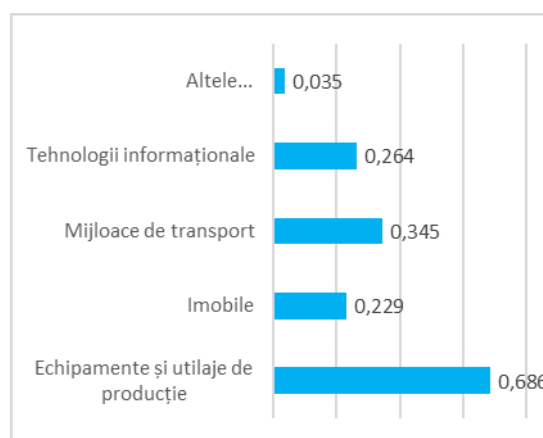
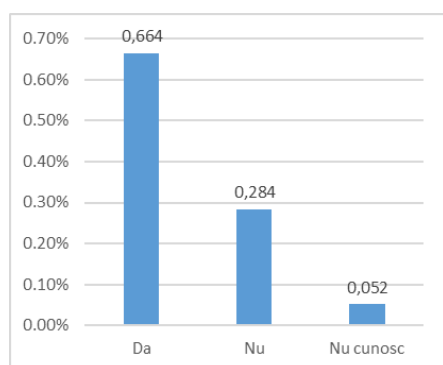


Fig. 5. Perceperea obstacolelor în digitalizarea afacerilor în agricultură

Sursa: elaborată de autor în baza chestionarului

În ultimii 5 ani de activitate 66,4% din respondenți au realizat investiții în afacerile lor (figura 3.32 a), dintre aceștia: 68,6% au realizat investiții în echipamente și utilaje de producție; 34,5% – în mijloace de transport; 22,9% – în imobile și doar 26,4% – în tehnologii informaționale. În același timp, 28,4% nu au realizat investiții în ultimii 5 ani, iar 5,2% nu dispun de date (nu cunosc) (a se vedea figura 6).



a) Situația privind realizarea investițiilor b) domeniile de investire

Fig. 6. Situația privind realizarea investițiilor și domeniile de investire în ultimii 5 ani de activitate în sectorul agricol

Sursa: elaborată de autor în baza chestionarului

Antreprenorii și managerii din sectorul agricol, în mare parte, percep necesitatea de digitalizare a agriculturii pentru creșterea eficienței afacerii gestionate și consideră produsele Industriei 4.0 o soluție pentru accelerarea dezvoltării sectorului agricol și acoperirea necesarului de forță de muncă calificată cu care se confruntă producătorii agricoli la momentul actual.

Tehnologiile digitale sunt puțin adaptate practicilor de activitate în agricultură, multe companii nu au o pagină digitală și nu folosesc resursele social media pentru promovarea produselor și serviciilor agricole.

Întreprinderile agricole, în ultimii 5 ani de activitate, au realizat investiții preponderent în echipamente de producere și tehnică agricolă, investițiile în TI, fiind neesențiale. În același timp, antreprenorii și managerii din sectorul agricol, în cazul disponibilității mijloacelor financiare sunt gata să investească în digitalizare, însă sumele care pot fi alocate în acest scop sunt sub costurile medii de digitalizare a afacerilor mici în agricultură, estimate în mediu la 200 mii de lei.

Rezultatele studiului demonstrează **un nivel scăzut de digitalizare a afacerilor în agricultură la momentul actual, necesitatea de alfabetizare în domeniul TIC și de subvenționare a investițiilor în produse și tehnologii digitale.**

Pentru utilizarea în practică a inovațiilor Industriei 4.0 în agricultură, este necesar să se respecte criteriile economice, tehnice, de mediu și de personal.

Capitolul 4 „Diagnosticarea sectorului agricol al Republicii Moldova”. În contextul scopului principal al tezei, în acest capitol a fost realizată analiza diagnostic a sectorului agricol al Republicii Moldova. Analiza diagnostic a permis radiografierea stării sectorului agricol național prin prisma tendințelor și potențialului de dezvoltare a acestuia, a analizei întreprinderilor agricole, a subvențiilor și a potențialului investițional în agricultură și, în consecință, a determinat elaborarea recomandărilor destinate eficientizării managementului în baza instrumentarului Industriei 4.0.

Astfel, la nivel de sector au fost analizate conjunctura și tendințele de dezvoltare, prin analiza factorilor interni și externi de impact asupra agriculturii, precum și politicile de subvenționare a întreprinderilor agricole naționale în scopul stimulării activităților inovatoare.

La nivelul întreprinderilor agricole a fost realizat diagnosticul rezultatelor financiare, a resurselor valorificate în activitate și a potențialului de dezvoltare.

În rezultatul analizei conjuncturii sectorului agricol, am obținut următoarele rezultate:

1. Agricultura reprezintă un sector de importanță strategică al economiei naționale cu o contribuție de 8,7% la formarea PIB, în prețuri curente, în anul 2020. Volumul producției agricole, deși a înregistrat o tendință crescătoare, este predominat de producția agricolă vegetală cu o valoare adăugată joasă (71,32% din producția agricolă totală în anul 2020), față de producția animalieră (26,9% din producția agricolă totală în anul 2020) (figura 7).

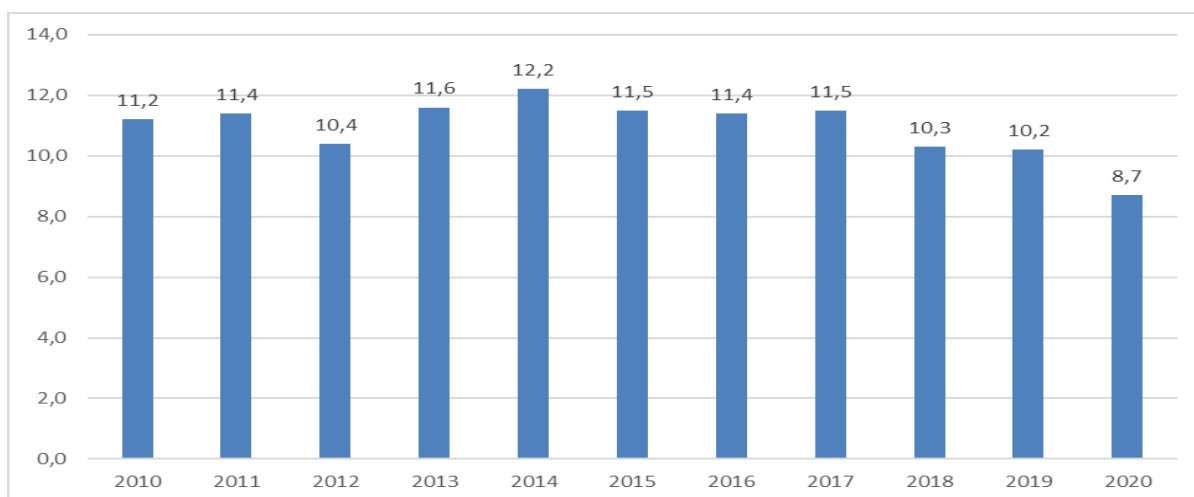


Fig. 7. Contribuția agriculturii la formarea PIB al Republicii Moldova, în prețuri curente, în %, perioada 2010-2020

Sursa: elaborată de autor în baza datelor BNS

2. Sectorul agricol este caracterizat de o productivitate joasă, creșterea volumelor de producție se obține prin extinderea suprafețelor arabile, în cazul producției agricole vegetale, sau creșterea numărului de capete, în cazul producției animaliere, indicând asupra predominării modelului extensiv de management. Sectorul creșterii animalelor, în perioada analizată, a înregistrat cel mai scăzut nivel de productivitate (în 2020 cantitatea de lapte muls s-a redus cu 17,96 p.p. față de anul precedent, cantitatea de ouă – cu 6,8 p.p.). Totodată, dependența de inputuri-le agricole, prețurile exagerate și accesul limitat la materia primă de calitate afectează negativ competitivitatea produselor agricole autohtone (figura 8).

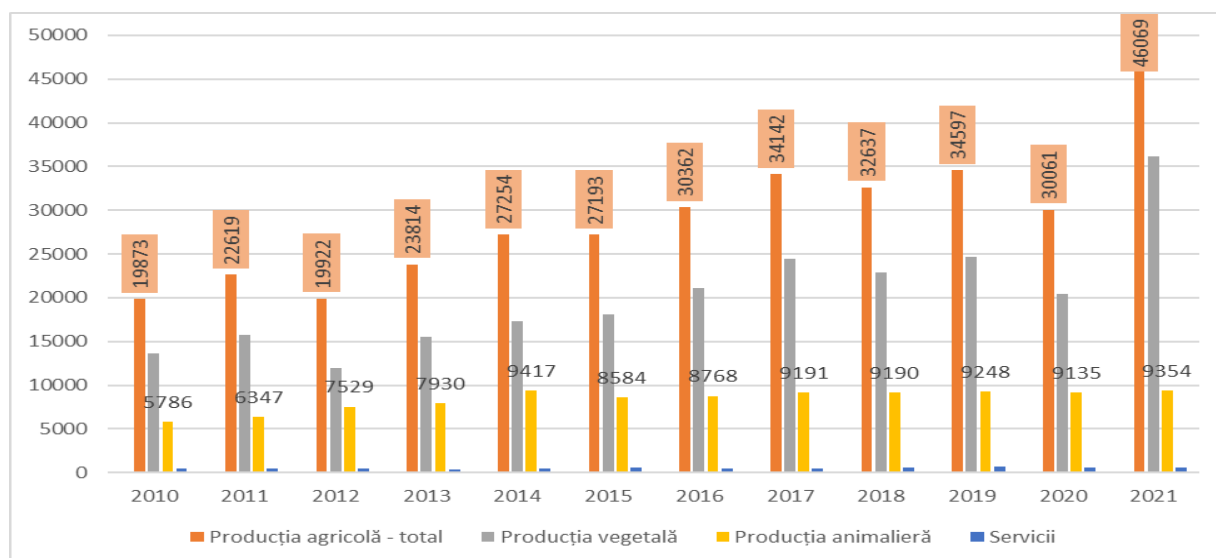


Fig. 8. Dinamica producției agricole pe ramuri ale agriculturii Republicii Moldova, milioane lei, în prețuri curente, perioada 2010-2021

Sursa: elaborată de autor în baza datelor BNS

3. Rata de ocupare a forței de muncă s-a redus în jumătate în ultimii zece ani, dar rămâne a fi înaltă comparativ cu alte regiuni ale UE. În anul 2020, în agricultură au fost încadrați 21,5% din totalul persoanelor ocupate, din acest număr, 52 % au fost ocupate cu creșterea produselor agricole pentru consumul personal, în vederea asigurării subzistenței sau semi subzistenței sale, iar aproximativ 70% din populația din mediul rural sunt complet dependenți de agricultură pentru asigurarea mijloacelor proprii de trai.

4. Indicele productivității muncii în agricultură este unul redus în comparație cu alte țări CSI sau UE, deși în perioada 2000-2016, acest indice a crescut de 3 ori, potrivit raportului privind realizarea Strategiei Naționale de dezvoltare agricolă și rurală pentru anii 2014-2020, această valoare este de 5 ori mai mică decât media SUA pe angajat.

5. Balanța comercială agricolă este negativă, Republica Moldova este o țară net exportatoare de produse agroalimentare. Exportul de produse agricole cu valoare adăugată mică și materie primă neprocesată s-a majorat de patru ori în perioada 2000-2020, iar importul de produse agroalimentare procesate s-a majorat de șase ori, antrenând dezechilibrarea Balanței agroalimentare și afectând comerțul exterior. În același timp, în Republica Moldova, nu se produc produse agricole cu valoare adăugată mare, deoarece acestea necesită tehnologii de producere, investiții în echipamente și utilaje, irigare și reglementări stricte în domeniul siguranței alimentelor, motiv care determină o rentabilitate joasă, dar și capacitate și competitivitate redusă pentru export.

6. Sectorul de creștere a animalelor înfruntă probleme legate de blocajele de competitivitate a produselor și piața de desfacere, insuficiența de furaje și adaosuri alimentare, dar și de importurile de produse animaliere mai ieftine. Costurile de producție în zootehnie sunt ridicate, iar productivitatea mică. Creșterea raselor de animale cu randament scăzut, folosirea tehnologiilor învechite în creșterea și alimentarea animalelor este în detrimentul competitivității produselor autohtone care concurează cu produsele agricole de origine animalieră subvenționate de pe piețele CSI și UE. Efectul cumulativ al acestor factori negativi a determinat o scădere considerabilă a efectivului de animale (de exemplu, numărul bovinelor, în ultimul deceniu, s-a redus în jumătate).

Diagnosticul managerial al întreprinderilor agricole autohtone a determinat următoarele rezultate:

7. Numărul redus al întreprinderilor agricole mari și mijlocii (4,7% din total întreprinderi agricole) și fragmentarea excesivă a terenurilor de pământ, aflate în posesia întreprinderilor mici, împiedică aplicarea modelelor intensive de producere și tehnologii informaționale moderne în agricultură la scară largă. Volumele inconsistente de produse agricole, lipsa standardelor de

uniformitate și calitate a produselor la întreprinderile micro și mici, precum și relațiile comerciale slab dezvoltate nu permit producerea unor volume atractive de produse agricole pentru comerțul în rețelele de distribuire sau pentru export și determină un caracter predominant de subzistență al producției agricole.

8. Analiza poziției financiare a întreprinderilor agricole denotă o creștere a rezultatului pozitiv din activitatea desfășurată (numărul întreprinderilor agricole în total, care au înregistrat un rezultat pozitiv din activitatea desfășurată s-a triplat în anul 2019 față de anul 2009, în anul 2020, ca consecință a pandemiei COVID-19, numărul acestor întreprinderi s-a redus cu 23,67 p.p. față de anul 2019). Numărul întreprinderilor agricole, care au înregistrat pierderi, la fel, a crescut dar cu un ritm mai mic de 1,21 ori în 2019 față de 2009. În anul 2020 numărul întreprinderilor cu pierderi s-a majorat cu 53,4 p.p. față de anul 2019. Ponderea întreprinderilor profitabile a atins cota de 60% din totalul de 4428 de întreprinderi înregistrate în anul 2019 și s-a redus cu 17 p.p. în anul pandemic 2020. Dinamica veniturilor în acest sector în cazul întreprinderilor mari și mijlocii a fost una pozitiv constantă, spre deosebire de întreprinderile mici și micro care sunt mai vulnerabile la șocurile de venit. Volumul rezultatelor financiare pozitive obținute a fost în descreștere, cauza de bază fiind creșterea considerabilă a costurilor de producere, în special în cazul întreprinderilor mici și micro, dependența totală de condițiile climatice.

9. Diagnosticul performanței întreprinderilor agricole a fost realizat prin analiza rentabilității pe produs, rentabilității vânzărilor, rentabilității patrimoniului și financiare. Rentabilitatea pe produsele agricole înregistrează o dinamică neuniformă în funcție de produs, demonstrând dependența acută a producătorilor agricoli de condițiile climatice și nivelul stabilit al prețurilor, la fel și imposibilitatea prognozierii veniturilor. Problema rentabilității pe produs constă în reducerea costurilor produselor agricole prin creșterea productivității, creșterea nivelului tehnic și mecanizarea completă a producției, introducerea tehnologiilor avansate de producție; desfășurarea de activități pentru îmbunătățirea fertilității terenurilor, utilizarea rațională a resurselor materiale și de muncă, utilizarea formelor progresive de organizare a muncii și plata acesteia.

10. Capacitățile reduse de producere, constatate în rezultatul diagnosticului potențialului de producere, și orientarea către consumul populației influențează semnificativ nivelul veniturilor, puterea de cumpărare și capacitatea fermierilor mici de a realiza investiții în tehnologii noi de producere și, drept consecință, au un impact negativ asupra performanței economice a sectorului agricol în ansamblu.

În rezultatul realizării analizei politicilor de subvenționare a sectorului agricol au fost constatate următoarele:

11. În baza analizei direcțiilor de finanțare, solicitate de către antreprenorii din agricultură în anul 2020, în cea mai mare parte, identificăm direcționarea subvențiilor în dezvoltarea infrastructurii post recoltare și procesare (52,6%), iar solicitările pentru implementarea TIC în agricultură au fost neesențiale. În viziunea noastră, tehnologiile digitale în agricultură trebuie să fie aplicate pe baza abordării strategice a statului, a dezvoltării sistematice a unor programe inovatoare destinate sectorului de creștere a plantelor și animalelor din regiunile țării.

12. Dezvoltarea inovațională și durabilă a sectorului agricol este posibilă prin valorificarea eficientă a mijloacelor financiare existente și a celor atrase din exterior. Direcțiile de investire în agricultură trebuie să contribuie la dezvoltarea infrastructurii de producție în localitățile rurale, finanțarea proiectelor orientate spre producerea culturilor cu o rentabilitate înaltă și pondere semnificativă a valorii adăugate, dezvoltarea sectorului zootehnic prin crearea fermelor inteligente.

Programul de dezvoltare a sectorului agricol, la momentul actual, trebuie să se orienteze spre soluționarea următoarelor probleme: modernizarea managementului calității produselor agricole; dezvoltarea resurselor umane; reconstrucția terenurilor abandonate, reorganizarea acestora; sporirea fertilității solului; restabilirea și dezvoltarea încontinuu a suprafețelor de irigare; ridicarea nivelului de înzestrare tehnică și tehnologică a sectorului agrar; implementarea soiurilor moderne, rezistente contra fenomenului de secetă; respectarea asolamentului și altor cerințe tehnologice de bază, privind sectorul fitotehnic al agriculturii; căutarea de noi surse de finanțare și investiții pentru implementarea de noi tehnologii în practica de producere.

În sectorul agricol redresarea situației existente la momentul diagnosticului, necesită o abordare complexă atât din partea agricultorilor, cât și a organelor de stat. Agricultura, fiind principalul domeniu de activitate în economie, necesită revizuirea deplină a potențialului de producere existent, a cunoștințelor și a practicilor acumulate în domeniu, în vederea realizării unor investiții eficiente, modernizarea și asigurarea creșterii productivității muncii de rând cu creșterea salariilor și a nivelului de trai în localitățile rurale.

Capitolul 5 „Eficientizarea managementului întreprinderilor din sectorul agricol prin implementarea instrumentelor Industriei 4.0”. În baza rezultatelor diagnosticului efectuat în capitolul 4, am dedus ipoteza că, în prezent, în marea majoritate a întreprinderilor din sectorul agricol predomină modelul tradițional de management.

Afirmația ipotezei rezultă din legătura cauza-efect identificată în cadrul diagnosticului, și anume: din analiza întregului set de indicatori se observă că, deși trendul acestora este unul oscilator și acesta corelează în mare măsură cu conjunctura macroeconomică, nu s-a depistat nici un boom de creșteri considerabile ale indicatorilor economico-financiar ai întreprinderilor în

ultimii ani analizați, ceea ce atestă lipsa instrumentelor inovatoare în gestiunea acestora, or în baza analizei experienței internaționale am demonstrat că în lume, odată cu aplicarea instrumentelor digitale și modelelor de management specifice industriei 4.0, întreprinderile atestă majorări semnificative în activitatea lor și, drept rezultat, dezvoltarea intensivă a agriculturii.

Pentru a afirma această ipoteză, în capitolul 5 am identificat ratingul întreprinderilor în baza modelului de analiză comparativă multidimensională, aplicat pentru monitorizarea activității întreprinderilor din sectorul agricol, prin identificarea corelației dintre eficiența managementului și a rezultatelor economico-financiare. De asemenea, prin metoda indicatorilor agregativi am determinat eficiența utilizării factorilor de producție de către întreprinderile agricole, în vederea identificării modelului de dezvoltare (intensiv sau extensiv), adoptat de întreprinderile analizate, am determinat corelația dintre categoria întreprinderii în funcție de criteriul: profitabilă/neprofabilă și modelul de management prezent la întreprinderi.

Rezultatele analizelor, au demonstrat că majoritatea întreprinderilor agricole, deși au obținut un rezultat financiar pozitiv din activitate, se confruntă cu probleme de eficiență a utilizării factorilor de producție. Modelul agregativ de estimare a eficienței utilizării factorilor de producție ne-a permis identificarea atât a modelului de dezvoltare extensiv, cât și a celui intensiv care trebuie să predomină în acest domeniu. Astfel, **întreprinderile care adoptă modelul intensiv de dezvoltare înregistrează un nivel mai înalt de profitabilitate, înregistrează ritmuri pozitive de creștere și constituie 12% din totalul de 4220 de întreprinderi agricole analizate.** De regulă, aceste întreprinderi deja implementează în activitatea lor tehnologii informaționale și unele produse specifice Industriei 4.0. În același timp, a fost identificată o pondere de 15% pentru întreprinderile care aplică exclusiv modelul extensiv de dezvoltare, prin aplicarea tehnologiilor tradiționale, înregistrează pierderi din activitate și au ritmuri negative de creștere. A treia categorie de întreprinderi identificate de noi fie că înregistrează profit, dar au un ritm negativ de scădere a acestuia, sau înregistrează pierderi, dar au un ritm pozitiv de reducere a acestora (73%). Aceste întreprinderi aplică modelul intensiv sau extensiv de dezvoltare, dar nu dispun de rezerve interne suficiente pentru dezvoltare și implementarea a tehnologiilor informaționale în activitatea lor (tabelul 1).

În baza indicatorului agregativ al eficienței utilizării factorilor de producție, pot fi depistate rezervele interne ale întreprinderii pentru optimizarea proceselor de producție, o recomandare, în acest sens, este înlocuirea treptată a manoperei cu utilaje automatizate și implementarea tehnologiilor digitale avansate în agricultură, prin atragerea investițiilor și inovațiilor în acest domeniu.

Criterii de clasificare	Categoria întreprinderii			
	I	II	III	IV
	Profitabile, cu ritmuri de dezvoltare pozitive	Profitabile, cu ritmuri de dezvoltare negative	Neprofitaile, cu ritmuri de dezvoltare pozitive	Neprofitaile, cu ritmuri de dezvoltare negative
K	$>K_z$	$>K_z$	$<K_z$	$<K_z$
C_r	>0	<0	>0	<0
12,04% 48,24% 24,46% 15,56 % Ponderea întreprinderi agricole pe categorie în funcție de rezultat				

Tabelul 1. Limitele valorilor criteriilor de clasificare pentru diferite categorii de întreprinderi agricole

Sursa: elaborat de autor în baza calculelor

În rezultatul analizei efectuate în capitolul 4, și în baza interviurilor efectuate, am constatat că mulți manageri de întreprinderi sau antreprenori nu efectuează diagnosticarea strategică a întreprinderii, invocând, în primul rând, faptul că este o analiză complicată, care necesită mult timp, efort și cunoștințe profunde. Totodată, din studiul empiric, circa 78% din respondenți au identificat cel mai mare obstacol în calea transformării digitale a afacerilor în agricultură este nepregătirea personalului și necesitatea de a investiții costisitoare. Din aceste considerente, unul din obiectivele „sociale” ale studiului nostru a fost de a demonstra că unele instrumente ale Industriei 4.0 pot fi ușor asimilate și învățate de manageri sau personal, nu necesită investiții majore, și nu duc la scăderea interacțiunii dintre oameni sau alte pericole, ci dimpotrivă sporesc eficiența managementului fără a crea dependențe de tehnologii. O astfel de tehnologie digitală a servit versiunea automatizată a modelului programului de diagnostic al potențialului economic al întreprinderii „DIAGNOZA”, pe care l-am actualizat și l-am propus spre testare unor întreprinderi participante la studiu (figura 9).

De menționat, că Software DIAGNOZA a fost elaborat de autor în cadrul cercetărilor de doctorat (anul 2007) și în această lucrare acest soft nu reprezintă element de noutate științifică, ci un instrument licențiat, care servește realizării obiectivului cercetării.

Implementarea programul soft pentru diagnosticul potențialului economic al întreprinderilor agricole, propuse spre analiză, a avut următorul impact asupra eficienței managementului acestor întreprinderi:

1. A fost redus efortul managementului și timpul necesar pentru realizarea diagnosticului (conform interviurilor realizate, timpul necesar pentru diagnostic s-a redus cu 90%, în mod obișnuit (prelucrarea manuală a datelor) realizarea unui astfel de diagnostic solicită în jur de 15-20 de ore lucrătoare).

2. Programul a permis obținerea oportună a datelor privind rezultatele analizei diagnostic și asigură accesul nelimitat la indicatorii economico-financiari de bază.

3. Prelucrarea datelor din situațiile financiare și statistice în mod automatizat, fără un efort suplimentar din partea structurilor financiar-contabile.

4. Rezultatele analizei diagnostic permit realizarea unei analize comparative în timp și spațiu (pentru mai multe perioade de gestiune și/sau comparativ cu alte întreprinderi similare din domeniu) pentru identificarea performanței economice a întreprinderii și a perspectivelor de dezvoltare a acesteia.

5. Cu ajutorul softului s-a realizat prognoza activității și potențialului economic de dezvoltare a întreprinderilor agricole.

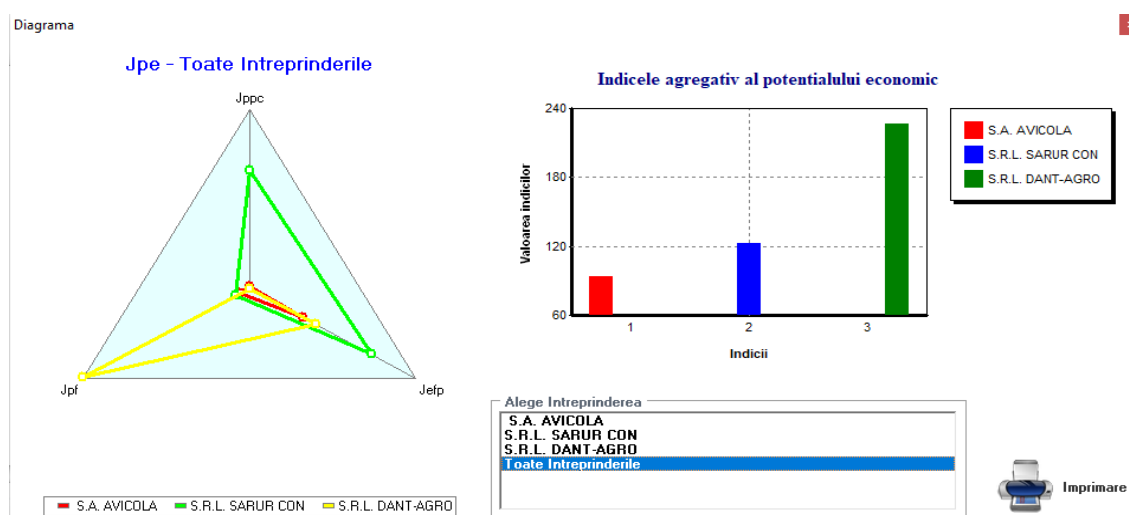


Fig. 9. Diagrama indicelui agregativ al potențialului economic pentru întreprinderile analizate

Sursa: Programul soft Diagnoza, elaborat de autor

Programul „DIAGNOZA” este doar un soft din multe altele care sunt prezente pe piața autohtonă, și aici a servit drept un instrument digital care diminuează enorm volumul de lucru a managerului și facilitează procesul de diagnostic al potențialului economic al întreprinderii.

Un rezultat principal nou obținut în această cercetare a constatat în elaborarea și implementarea platformei digitale „BioFuraje”. Aceasta platforma a fost creată în scopul soluționării problemelor de optimizare a costurilor de producție, creșterea competitivității produselor agricole și productivității, precum și pentru furnizarea antreprenorilor din sectorul de creștere a animalelor a unui suport practic, bazat pe tehnologii digitale. (figura 10).

Am ales anume sectorul zootehnic în baza analizei efectuate în capitolul precedent, în care s-a constatat că în ultimii ani de activitate sectorul zootehnic a cunoscut o relativă relansare economică, datorată subvențiilor statului și interesului producătorilor autohtoni pentru importul raselor de animale și păsări, care au o productivitatea mai mare comparativ cu rasele autohtone.

Conform datelor BNS, producția animalieră (carne, lapte, ouă) în anul 2019 s-a majorat cu 8,7% comparativ cu anul 2010, iar creșterea medie anuală a constituit doar 1,4%. Sporirea cu ritmuri mici a producției animaliere este cauzată de productivitatea scăzută a raselor de animale, de cantitatea și calitatea insuficientă a furajelor și de costurile mari legate de obținerea nutrețurilor calitative.

BioFuraje

Pagina principală Produse Calculator Despre

Aditivi furajeri pentru păsări și animale

Vă prezentăm instrumentul ideal al unui fermier modern.

Să începem

Despre noi

Calculează necesitățile zilnice de macro-, micro-elemente și vitamine și află de ce duc lipsă animalul.

Reduce costurile furajelor la minim și crește profitabilitatea afacerii!

Planifică și organizează-ți afacerea împreună cu noi!

Calcularea regimului alimentar

Cum să creezi un regim alimentar perfect pentru animale în scop industrial? Este o problemă mult mai gravă decât poate părea la prima vedere. Acest instrument vine să ofere soluția în scopul dat. Acest sistem calculează devierile de la necesitățile zilnice de elemente pe care le primesc animalele conform regimului alimentar-nutrițional și generează o rețetă unică pentru a le suplini.

1 Specificațiile animalelor
Specifica tipul animalelor și apasă "Adaugă"

Specia: Păsări Criteriul economic: Numarul de animale: 1 **Adaugă**

Calculator
Calculează și determină de ce duc lipsă animalele și primește o rețetă personalizată pentru a suplini neajunsurile.

Contact
Nelli Amarfi-Railean
Ștefan cel Mare 191
Bălți Moldova
Tel: +373 69777652
support@biofuraje.ro

Fig. 10. Interfața platformei BioFuraje

Sursa: elaborată de autor

În același timp, în anul 2017, conform Raportului Ministerului Agriculturii și Industriei Alimentare privind implementarea Strategiei Naționale de Dezvoltare Agricolă și Rurală pentru anii 2014-2020, în Republica Moldova, au fost create și modernizate: ferme de bovine-16; ferme de ovine și caprine-1; ferme de suine-9; ferme avicole-14; ferme apicole-14; alte tipuri-35. În total au fost create și modernizate 89 de ferme, care trebuie să-și organizeze individual

regimurile alimentare pentru animale, neavând, dese ori, cunoștințe suficiente în domeniul alimentației corecte și securității alimentare a animalelor și suportând costuri mari pentru importul de furaje și aditivi furajeri.

Deci, această platformă a fost elaborată de către autor și are drept scop oferirea soluțiilor eficiente fermierilor, crescători de păsări și animale, care are la baza ideea de a spori productivitatea afacerilor de produse animaliere și a eficientiza managementul acestor întreprinderi.

La baza conceptului este un sistem inteligent de calcul care reduce la minim costurile pentru furaje, totodată asigurând alimentarea animalelor cu necesarul de micro și macro elemente necesare pentru asigurarea productivității maxime și a calității produsului final. Calculul oferit de platformă, este bazat pe inteligența artificială și permite evaluarea economică a importanței fiecărei componente de intrare în amestecul de alimentare. Calculul se bazează pe indicatori economici și criterii de optimizare a rațiilor, asigurând o creștere a productivității unui animal sau a unei păsări de curte, utilizarea furajelor și planificarea stocurilor de furaje și a materiilor prime furajere.

Metodologia. Platforma digitală BioFuraje a fost elaborată în baza limbajului de programare PHP, redactorul C++. Codul instrumentului digital este prezentat în anexa 26 al tezei. Platforma digitală BioFuraje este plasată în rețeaua virtuală și este prezentată sub formă de pagină web (www.biofuraje.ro) și care, implementată în practică, va încorpora treptat mai multe baze de date:

1. baza de date a fermierilor beneficiari ai platformei;
2. baza de date a specialiștilor veterinari cu posibilitatea de accesare a consultanței lor;
3. baza de date a furnizorilor de furaje, premixuri și aditivi alimentari;
4. articole și practici privind alimentația corectă a animalelor și păsărilor;
5. baza de date a raselor de animale și a păsărilor de curte crescute în condițiile climatice ale Republicii Moldova;
6. necesarul zilnic de micro, macroelemente și vitamine în funcție de rasa animalului/păsărea, populația animalelor și păsărilor, disponibilitatea de furaje și criteriul economic.

Platforma prezentată în această cercetare încorporează:

1. Un calculator al rației alimentare în funcție de rasa animalului/păsărilor, criteriul economic (animale la creștere și îngrășat, ouat, pentru carne, etc.), disponibilitatea furajelor, conținutul optimal de vitamine, micro- și macro-elemente.
2. O analiză a costurilor de producție în funcție de factorul cantitativ, calitativ și structural

(cantitatea elementului furajer, prețul de intrare a elementului furajer și ponderea lui în total furaj).

3. Modulul de determinare a variantei optime a rețetei alimentare în baza relației cost – venit din vânzări.

4. Identificarea fermierilor și necesităților lor privind optimizarea costurilor de creștere și întreținere a animalelor/păsărilor, creșterea productivității și a valorii adăugate din activitatea lor.

Logica de funcționare a platformei digitale implică parcurgerea a 5 etape și schematic este prezentată în continuare.

Prima etapă: introducerea datelor generale despre fermier (denumirea, datele de contact).

A doua etapă: introducerea de către fermier a datelor cu privire la tipul animalului/păsării, numărul de capete, criteriul economic. La această etapă platforma va genera informația privind cantitatea maximală de produse agricole, care poate fi obținută de la animale sau pasări, reieșind din condițiile concrete de întreținere a lor în fermă (a se vedea figura 11).

2

Alimentația zilnică

Specifică tipurile de furaje folosite în regimul alimentar, indică cantitatea oferită zilnic, apoi apasa butonul "Adaugă".

Tipul furajului

Alege tipul furajului

Griș
Orz
Porumb
Făină de pește (48-50%)
Făină de pește (51-55%)
Făină de pește (60-70%)
Tărâțe de grâu
Șrot floarea-soarelui (mai mic 40%)
Șrot floarea-soarelui (mai mare 40%)
Șrot soie (mai mare 45%)
Șrot soie (40-45%)
Iarba tină
Sfeclă de zahăr
Soie
Mazăre

Cantitatea furajului (kg)

1000

Adaugă

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

100

5

Fig. 11. Specificarea tipului de furaje disponibile, cantitatea și prețul de achiziție (costul de producere)

Sursa: calcule proprii în baza platformei BioFuraje

A treia etapă: se selectează date despre furajele disponibile, cu indicarea cantității folosite în regimul alimentar zilnic al animalului și prețului de achiziție (costului de producere).

A patra etapă: prezentarea normelor zilnice de consum necesare și efective a micro, macroelementelor și a vitaminelor pentru animalele/păsările concrete în funcție de criteriul economic prestabilit de fermier.

A cincea etapă: generarea variantelor de rețete în funcție de criteriile: cost optimal pentru furajele, cantitatea de produse agricole maximă posibilă (carne, ouă, lapte) și venitul din vânzări prognozat în funcție de cantitatea vândută și prețul de vânzare.

Platforma BioFuraje a fost testată și validată la mai multe ferme autohtone (SA „AVICOLA”, SRL „Vara-Milk”, ÎS ICCC „Selecția”, SRL „SARUR CON”, SRL „DANTAGRO”) și reprezintă un instrument digital pentru eficientizare managementului procesului de producție în fermă.

Pentru a demonstra **efectul imediat al eficientizării managementului prin intermediul utilizării platformei „BioFuraje”**, au fost examinate următoarele criterii *până la utilizarea platformei și după utilizarea ei*: timpul necesar pentru elaborarea rațiilor alimentare; calitatea rețetei, posibilitatea de ajustarea dozei de premix la conținutul de micro și macroelemente ale furajelor combinate; posibilitatea fermierului să selecteze componența optimă a furajelor combinate în funcție de disponibilul de furaje în stoc; productivitatea păsărilor/vitelor; costul nutrețului combinat; veniturile întreprinderii.

Avantajele implementării platformei, obținute în rezultatul testărilor, sunt:

1. reducerea timpului efectiv consumat pentru elaborarea rațiilor alimentare prin automatizarea acestui proces;
2. optimizarea costului pentru nutrețurile combinate care acoperă necesarul de substanțe nutriționale și vitamine pentru asigurarea productivității maxime a animalului/păsării (reducerea costului cu cca 3-4%);
3. asigurarea calității înalte pentru producția agricolă de origine animalieră;
4. reducerea costurilor pentru premixuri;
5. valorificarea maximă a disponibilului de furaje;
6. elaborarea rației în funcție de disponibilitatea furajului și costul de oportunitate;
7. prognozarea eficienței (profitabilității) activității desfășurată (creșterea profitului brut cu cca 5-8%).

În cadrul cercetărilor realizate, în baza platformei *BioFuraje*, am elaborat o platformă digitală complexă de tip Web pentru ramura de creștere a animalelor și păsărilor, platforma *SmartFarmer* (www.smartfarmer.ro)

Acest produs digital, fiind implementat la nivel de ramură va permite gestiunea eficientă a proceselor de aprovizionare cu furaje și materie primă necesară pentru activitatea în acest sector, optimizarea rațiilor alimentare prin crearea bazelor de date pentru rețete în funcție de criteriul economic, bazelor de date pentru conținutul de micro și macro elemente ale furajelor disponibile, analiza diagnostic al productivității animalelor/păsărilor, legătura cauză-efect dintre calitatea furajelor combinate și productivitate, baza de date a producătorilor și furnizorilor de furaje și premixuri, baza de date a fermierilor din Republica Moldova, baza de date a serviciilor veterinare.

În contextul identificării perspectivelor de implementare a inovațiilor Industriei 4.0, a modelelor de analiză a datelor, a tehnologiilor bazate pe inteligența artificială, pentru asigurarea eficienței managementului în sectorul agricol, considerăm că:

1. Dezvoltarea inovațională a sectorului agricol, la etapa actuală, necesită implementarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale. Ele pot asigura o comunicare eficientă și interacțiune online prin intermediul platformelor digitale. Într-o economie dezvoltată, platformele tehnologice reprezintă unul dintre elementele de bază ale ecosistemelor digitale, iar funcționalitatea acestora poate fi asigurată de acțiunile coordonate ale tuturor participanților: specialiști cu competențe IT, resurse financiare, structura IT dezvoltată, suport metodologic și legal. Digitalizarea sectorului agricol, în viziunea noastră, va permite economiei noastre să treacă la o nouă etapă de dezvoltare.

2. Dezvoltarea strategică a sectorului agricol al Republicii Moldova poate fi facilitată prin elaborarea și implementarea unei platformelor digitale agricole naționale care ar contribui la utilizarea inovațiilor digitale în agricultură; ar asigura accesul la inovații și ar permite o comunicare eficientă între părțile interesate, pentru crearea de tehnologii promițătoare, produse tehnologice inovatoare și competitive atât pentru sectorul agricol, cât și cel agro-industrial.

3. Utilizarea tehnologiilor digitale în agricultura Republicii Moldova, în viziunea noastră, va contribui la creșterea profitului și a rentabilității în acest sector, prin reducerea și optimizarea costurilor forței de muncă și alocarea optimă a resurselor disponibile. Rezultatele obținute vor afecta pozitiv competitivitatea produselor agricole, vor genera sporirea a productivității și utilizarea rațională a resurselor naturale.

Remarcabil este faptul că producătorii agricoli simt nevoia de a consolida eforturile cu statul pentru a determina strategia generală a digitalizării și a priorităților sectoriale, precum și necesitatea unei considerabile asistențe financiare din partea statului.

În viziunea noastră, platformele agroindustriale, prin analogie cu incubatoarele de afaceri, care oferă o locație geografică și condiții pentru crearea inovațiilor, permit oferirea aceluiasi tip de servicii într-un spațiu virtual, prin sistematizarea și accesul la proiectele inovatoare în agricultură. Platformele tehnologice în sectorul agricol vor genera noi mijloace tehnice, sisteme și roboți, tehnologii de urbanizare, dezvoltare a agriculturii de precizie și, cel mai important, vor contribui la crearea unei infrastructuri inovatoare în domeniu.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Cercetările realizate în această teză au condus la soluționarea **problemei științifice de bază**, care constă în fundamentarea teoretico-metodologică a conceptului Industriei 4.0 în sectorul agricol, fapt care a determinat valorificarea instrumentelor digitale în întreprinderile agricole și a **problemei științifice aplicative** de implementare a instrumentelor digitale pentru eficientizarea managementului în acest sector.

Rezultatele obținute în contextul tezei de doctor habilitat sunt distinctive prin următoarele **concluzii**:

1. În contextul realizării obiectivului 1 al cercetării autorul concluzionează că abordările teoretice în literatura de specialitate ale noțiunilor Industria 4.0 și economie digitală, permit constatarea că aceste două concepte, noi pentru teoria economică și practica managerială, desemnează o nouă etapă de dezvoltare a economiilor țărilor lumii, marcată de evoluția tehnologiilor informaționale și comunicaționale. În același timp fiind abundentă în literatura de specialitate străină, abordarea noțiunilor Industria 4.0, Agricultură digitală și Management 4.0 în literatura de specialitate autohtonă practic lipsește. În fundamentarea determinatei științifice Industria 4.0, am utilizat des termenul digitalizare, economie digitală. Concluzia pe care o trasăm este că, la moment termenul Industria 4.0, Revoluție industrială 4.0, economie digitală sunt utilizate ca sinonime. Deși ca orice noțiune modernă, acestea nu au o definiție general acceptată. În baza cercetărilor realizate autorul concluzionează că: *Industria 4.0 reprezintă industria în care factorul - cheie sunt informațiile digitale, procesarea și analiza volumelor mari de date cu implicarea inteligenței artificiale și utilizarea rezultatelor analizei pentru eficientizarea managementului și prognozarea rezultatelor (subcapitolele 1.1 și 1.2).*

2. Paradigma și instrumentarul managementului, la fiecare etapă a dezvoltării, sunt marcate de nivelul de dezvoltare a societății, dezvoltarea tehnico-științifică, accesul și modul de prelucrare a informației (*conceptul evoluționist și modern, propus de autor*). Trecerea de la metodele clasice de management la o nouă etapă de dezvoltare a fost consemnată prin noțiunea de „Management 4.0”.

În subcapitolul 1.2 al cercetării, autorul constată că Managementului 4.0, fiind o problemă importantă și puțin studiată la moment, presupune edificarea sistemelor industriale viabile cu strategii clare de dezvoltare a structurilor lanțurilor de aprovizionare, caracterizate de procese flexibile și eficiență ridicată, care contribuie la economii de costuri, simultan cu creșterea beneficiilor. Totodată, în contextul Industriei 4.0, ca parte componentă a managementului, este dezvoltat conceptul de Managementul TI cu propriile sale metode și abordări. În viziunea autorului, conceptul Managementul 4.0 poate fi definit ca: *un model nou de gestiune a afacerilor bazat pe implementarea tehnologiilor și inovațiilor TIC, orientate spre*

realizarea obiectivelor companiei sau organizației cu ajutorul unor particularități distinctive cu ar fi: modelul de structură matricială, echipa de proiect, ierarhia plană, descentralizarea, leadership transformațional (subcapitolul 1.2).

3. Strategiile de dezvoltare durabilă și creștere economică ale țărilor Comunității Europene tot mai des sunt axate pe implementarea, alături de Industria 4.0, a Agriculturii 4.0. Dezvoltarea durabilă în agricultură prin digitalizare presupune elaborarea unor noi modele de management bazate pe tehnologii informaționale și instrumentarul Industriei 4.0.

Agricultura, în condițiile actuale de dezvoltare socio-economică a țării, reprezintă un domeniu prioritar de asigurare a securității alimentare și a bunăstării populației. Inovarea tehnologică, tehnologiile agricole bazate pe produse IT, automatizare și robotizare, sunt considerate o soluție fezabilă pentru catalizarea creșterii productivității și a profitabilității activităților agricole. Tehnologiile digitale reprezintă o direcție nouă de creștere a eficienței managementului și a dezvoltării sustenabile a sectorului agricol. Cercetătorii contemporani evidențiază mai multe direcții de implementare a tehnologiilor și abordărilor moderne în agricultură, precum: aplicarea noilor tehnologii în agricultura țărilor în curs de dezvoltare și a regiunilor cu o situație socio-economică dificilă, dar cu condiții climatice favorabile pentru dezvoltarea agriculturii; analiza rolului tehnologiilor digitale în dezvoltarea complexului agroindustrial și a agriculturii (automatizarea locurilor de muncă, creșterea productivității muncii, oportunități de marketing pentru realizarea producției și optimizarea potențialului de resurse); identificarea posibilităților de utilizare a tehnologiilor digitale în funcție de nivelul și scara afacerii, de tipurile de proprietate, inclusiv pentru fermele mici, care constituie baza economiei agrare locale a țărilor dezvoltate și în curs de dezvoltare.

În subcapitolul 1.3, autorul definește Agricultura 4.0 ca: *agricultură bazată pe tehnologii informaționale și instrumente digitale, care asigură creșterea productivității, conservarea solului și a biodiversității prin minimalizarea impactul negativ asupra mediului ambiant, asigurând un nivel stabil de producere și profit.*

4. În rezultatul realizării obiectivului 2 al cercetării autorul identifică următoarele instrumente ale Industriei 4.0 pentru eficientizarea managementului în sectorul agricol: *ecosistemele industriale, agricultura de precizie, tehnologia blockchain, aplicații ale inteligenței artificiale, modelele digitale de diagnostic și previziune, rețele neuronale.*

În viziunea autorului, înțelegerea unui ecosistem industrial și abordarea ecosistemică a tuturor elementelor componente constituie punctul de plecare pentru dezvoltarea și creșterea economică în condițiile Industriei 4.0 în sectorul agricol. Dezvoltarea unui sistem integrat de ecosisteme și un model de parteneriate strategice interne și externe bine definite, guvernarea eficientă a ecosistemelor care asigură determinarea activităților desfășurate și luarea rapidă a

deciziilor, sporește eficiența managementului în orice sector de activitate (*subcapitolul 2.1.*). Conceptul ecosistemic a fost aplicat de autor pentru elaborarea platformelor digitale, propuse în capitolul 5, pentru eficientizarea managementului în sectorul agricol.

5. Agricultura de precizie este un model de management, care utilizează tehnologia informației, datele de poziționare (GNSS), teledetecția și colectarea proximală de date pentru a optimiza randamentul input-urilor agricole, totodată reducând și impactul lor negativ asupra mediului. În Republica Moldova agricultura de precizie este o tehnologie nouă, practică în ultimii ani de un număr redus de întreprinderi. Aplicarea în practică a modelului de management bazat pe agricultura de precizie va asigura strategia de dezvoltare durabilă în agricultură; utilizarea tehnologiei geospațiale și informaționale, cu scopul de a folosi datele specifice locului dat pentru luarea deciziilor legate de producerea agricolă, optimizarea costurilor de producere, protecția mediului ambiant și dezvoltarea sectorului agricol pe calea sustenabilă (*subcapitolul 2.2.*).

6. Tehnologia Blockchain poate fi valorificată în sectorul agricol pentru evaluarea eficienței de supraveghere și gestionare a lanțului de aprovizionare cu produse alimentare, asigurarea trasabilității și siguranței produselor de origine vegetală și animalieră, prin monitorizarea calității produselor (de exemplu, culturi agricole, carne, lactate) de-a lungul lanțului alimentar, a condițiilor de păstrare, contaminare etc., precum și creșterea competitivității produselor autohtone și extinderea segmentului de desfacere pe piețele internaționale. Blockchain-ul poate fi utilizat pentru a îmbunătăți monitorizarea acordurilor naționale și internaționale relevante pentru agricultură, atenuarea exploatarea forței de muncă, protejarea angajaților cu acorduri temporare și relații de muncă în sectorul agricol, precum și corectitudinea remunerărilor și impozitarea lor. Blockchain-ul este o tehnologie digitală în dezvoltare care va avea un impact considerabil asupra ecosistemelor digitale asigurând transparență și încredere în produsele alimentare (*subcapitolul 2.3.*).

7. În vederea realizării obiectivului 3 al cercetării, autorul a diagnosticat implementarea TIC în economia Republicii Moldova, în rezultatul analizei s-a constatat că pentru nivelul său de dezvoltare, Republica Moldova are o infrastructură extinsă de tehnologii informaționale, dezvoltarea căreia este favorizată de costul relativ mic al forței de muncă, un nivel general înalt al infrastructurii informaționale, piața serviciilor IT este dinamică și dezvoltată, internetul de mare viteză și accesibilitatea înaltă la serviciile de telefonie mobilă. De asemenea, legislația națională în domeniul TIC este aliniată la cadrul juridic al Uniunii Europene, iar politicile în domeniul TIC evoluează, beneficiind de infrastructura existentă cu accent pe dezvoltarea antreprenorialului inovativ (*subcapitolele 3.1, 3.2.*).

8. În viziunea autorului, importanța agriculturii în economia națională și condițiile favorabile dezvoltate de societatea informațională creează toate premisele necesare pentru dezvoltarea și implementarea unei strategii naționale de digitalizare a agriculturii (*obiectivul 4*). În rezultatul cercetărilor realizate am constatat că în Republica Moldova, deși există mai multe inițiative de implementare a TIC în economie și societate în cadrul strategiilor naționale, iar investițiile realizate în TIC, deși constituie cca 0,3% din totalul investițiilor realizate în economia națională, au o dinamică pozitivă de creștere, la momentul actual nu există o politică și un plan de acțiuni pentru digitalizarea sectorului agricol. Serviciile digitale la nivel de sector, elaborate în cadrul Strategiei Naționale „Moldova digitală 2020”, ca platformă de avertizare și comunicare timpurie, sistemul informațional de marketing agricol, sistemul de identificare și trasabilitate a animalelor nu sunt aplicate la scară largă și necesită suport financiar pentru dezvoltare.

Astfel, principalele probleme identificate de autor, în rezultatul analizei potențialului de digitalizare a agriculturii Republicii Moldova sunt: *necesitatea de asigurare a conectivității și a accesului la rețea în localitățile rurale; lipsa promovării conținuturilor și serviciilor digitale în localitățile rurale; necesitatea consolidării competențelor digitale și alfabetizarea fermierilor pentru a stimula utilizarea tehnologiilor digitale în agricultură și crearea climatului inovativ necesar; atragerea investițiilor și subvenționarea dezvoltării serviciilor digitale în sectorul agricol (subcapitolul 3.3).*

9. Obiectivul 5 al cercetării a fost realizat prin intermediul unui studiu empiric prin chestionarea unui eșantion reprezentativ de manageri și antreprenori din sectorul agricol al Republicii Moldova. Rezultatele cercetării au confirmat necesitatea digitalizării afacerilor în agricultură ca o soluție în accelerarea dezvoltării acestui sector (87,2% din respondenți). La momentul actual, gradul de digitalizare a întreprinderilor în agricultură este redus, un procent considerabil de antreprenori nu implementează tehnologii informaționale din cauza costurilor înalte (68,10%), lipsei de competențe digitale (44,70%) și a proceselor tehnologice învechite (33,30%). În același timp, antreprenorii și managerii din sectorul agricol simt nevoia de dezvoltare a competențelor digitale ale managerilor în vederea eficientizării proceselor de luare a deciziilor (88,30%) și ale angajaților pentru eficientizarea proceselor de producție (85,80%). Un alt aspect important, confirmat de rezultatele studiului, este disponibilitatea antreprenorilor pentru realizarea investițiilor în produse digitale și tehnologii informaționale (3,3 puncte din 6).

În rezultatul studiului empiric autorul a realizat clusterizarea managerilor și antreprenorilor din sectorul agricol în funcție de gradul de percepere a necesității de implementare a TIC în activitatea lor în, identificând patru tipuri de bază de fermieri: fermieri-inovatori, care dezvoltă noi produse inovatoare pentru eficientizarea procesului de producere în agricultură (7% din respondenți); fermierii avansați în utilizarea produselor TIC (12%); fermierii

care sunt interesați de implementarea TIC în agricultură și experimentează unele produse (33%); fermieri-conservatori, care renunță la utilizarea noilor tehnologii în agricultură (48%). Decalajul existent între cele 4 categorii de agricultori și ponderea mare a agricultorilor-conservatori are un impact negativ, stagnează implementarea tehnologiilor informaționale în agricultură și accentuează necesitatea instruirii managerilor și antreprenorilor din sectorul agricol în domeniul TIC (*subcapitolul 3.4*).

10. În rezultatul diagnosticului conjuncturii și tendințelor de dezvoltare a sectorului agricol și analiza eficienței managementului întreprinderilor agricole (*obiectivul 6*) autorul constată că Republica Moldova este o țară net exportatoare de produse agroalimentare, predominant produse agricole de origine vegetală cu o valoare adăugată mică și materie primă neprocesată, în același timp, importul de produse agroalimentare procesate prevalează considerabil, provocând dezechilibrul balanței comerciale. Reducerea ratei de ocupare a forței de muncă în agricultură împreună cu creșterea volumului de producție în acest sector a determinat creșterea productivității muncii. Cu toate acestea, indicele productivității muncii în agricultură este unul redus în comparație cu alte țări CSI sau UE. Structural producția agricolă este dominată de producția vegetală (cca 70%), în timp ce sectorul creșterii animalelor este caracterizat de un nivel potențial scăzut de competitivitate. Extinderea volumului producției agricole, prin creșterea numărului de întreprinderi agricole și a veniturilor din vânzări din activitățile de producere în perioada analizată, se datorează transformării politicii de preț și a mecanismelor de creditare, creșterii alocărilor bugetare pentru dezvoltarea sectorului agricol prin producerea produselor agricole cu o valoare adăugată mare. Fluctuațiile mari ale indicatorilor ce caracterizează starea și potențialul de dezvoltare a sectorului agricol analizați (contribuția agriculturii la PIB, volumul producției agricole, productivitatea, indicii prețurilor etc) demonstrează dependența totală a acestui sector de condițiile climaterice. În anii 2020-2021, acest sector a fost marcat de calamități naturale și pandemia COVID-19, care au demonstrat necesitatea dezvoltării unor tehnologii de producere și modele de afaceri inovatoare și renunțarea la metodele tradiționale de dezvoltare extensivă (*subcapitolul 4.1*).

11. Lipsa întreprinderilor agricole mari și fragmentarea excesivă a terenurilor de pământ împiedică aplicarea tehnologiilor noi în agricultură la scară largă. Sectorul de creștere a animalelor se confruntă cu constrângeri de insuficiență de furaje, adaosuri alimentare, lipsa pășunilor de calitate, determinată de condițiile climaterice nefavorabile și lipsa sistemelor de irigare cauzează insuficiența cantitativă și nutrițională a furajelor autohtone, costurile de producție sunt ridicate, iar productivitatea mică. Rentabilitatea joasă a sectorului agricol, lipsa de lichidități și rata redusă de autonomie financiară a întreprinderilor agricole, lipsa forței de muncă și a specialiștilor calificați în domeniu, indică performanța scăzută și profitabilitatea

redușă a producătorilor în acest sector, care, la rândul lor, influențează negativ potențialului de dezvoltare al întreprinderilor și competitivitatea produselor agricole autohtone pe piața internă și externă. Calamitățile naturale și pandemia COVID-19 sunt o provocare și pentru performanța întreprinderilor agricole, profitabilitatea și eficiența managerială a cărora depinde de capacitatea acestora de a reacționa la noua conjunctură de afaceri într-un timp restrâns și cu minimum de cheltuieli (subcapitolul 4.2).

Condițiile de activitate în pandemia COVID-19 au impulsionat implementarea tehnologiilor informaționale în procesele de aprovizionare, desfacere și gestiune ale întreprinderilor agricole, demonstrând vulnerabilitatea acestui sector la șocurile din exterior.

12. Concluziile formulate în rezultatul realizării obiectivului 7 al cercetării fundamentează convingerea autorului privind direcțiile de subvenționare a investițiilor în agricultură care trebuie să contribuie la dezvoltarea infrastructurii de producție și sociale în localitățile rurale, finanțarea proiectelor orientate spre producerea culturilor cu o rentabilitate înaltă și pondere semnificativă a valorii adăugate, dezvoltarea sectorului zootehnic prin crearea fermelor inteligente. La momentul actual, ponderea cea mai mare a finanțărilor din FNDAMR sunt direcționate către procurarea tehnicii și a utilajul agricol – 31,4% din totalul finanțărilor, urmată de restituirea dobânzii achitate de producătorii agricoli la accesarea creditelor – 28,5% și stimularea investițiilor în înființarea, modernizarea și defrișarea plantațiilor multianuale – 18,9%. În baza analizei direcțiilor de finanțare, solicitate de către antreprenorii din agricultură în anii 2019-2020, în cea mai mare parte, identificăm direcționarea subvențiilor în dezvoltarea infrastructurii post-recoltare și procesare, iar solicitările pentru implementarea TIC în agricultură au fost neesențiale. Implementarea tehnologiilor informaționale în agricultură, în viziunea noastră, este stagnată de: *lipsa competențelor tehnice la agricultori; încetinirea introducerii noilor tehnologii în agricultură din cauza lipsei asistenței financiare și a subvențiilor din partea statului pentru implementarea TIC; lipsa de echipamente robotizate și software, produsele Industriei 4.0 oferite pe piața internațională necesită investiții financiare considerabile, unele nu sunt compatibile cu condițiile de activitate și necesită specialiști calificați în domeniu.* Tehnologiile digitale în agricultură trebuie să fie aplicate pe baza abordării strategice a statului, a dezvoltării sistematice a unor programe inovatoare destinate ramurii de creștere a plantelor și animalelor din regiunile țării. Eficiența inovațiilor este dovedită economic, cum ar fi: volumele de producție și indicatorii de mediu, cu toate acestea, este necesar să se respecte criteriile tehnice, economice, de mediu și de personal pentru utilizarea inovațiilor Industriei 4.0 în agricultură (subcapitolul 4.3).

13. Pentru realizarea obiectivelor 8-9 al cercetării, în capitolul 5 au fost implementate modelele matematice și algoritmice, bazate pe tehnologii informaționale, pentru prelucrarea,

stocarea, structurarea și analiză a informațiilor, prezentate în cercetare. În viziunea noastră, modelele de diagnostic digitale, contribuie la reducerea costurilor operaționale, sporirea eficienței proceselor de producție și productivității, vor contribuie la satisfacerea nevoilor clienților, precum și vor declanșa tranziția treptată către producția deplin robotizată, reducând rolul factorului uman la funcția de control, monitorizare și adoptare a deciziilor de management.

Astfel, prin intermediul modelelor matematice și algoritmice de diagnostic implementate pentru identificarea interdependenței dintre modelul de management și performanța întreprinderilor agricole a fost demonstrată ipoteza că *instrumentarul bazat pe Industria 4.0 duce nemijlocit la creșterea eficienței managementului întreprinderilor*. În același timp, rezultatele cercetărilor au demonstrat că în agricultura Republicii Moldova persistă modelul de dezvoltare extensivă (cca 40%), iar întreprinderile care adoptă modelul intensiv de dezvoltare cu implementarea produselor digitale ating un nivel de profitabilitate mai înalt și înregistrează ritmuri de dezvoltare pozitive (12,04% din întreprinderile agricole analizate).

În viziunea autorului, un mecanism eficient de implementare a strategiei de dezvoltare a sectorului agricol în condițiile Industriei 4.0, este constituit din activitățile de diagnostic, de monitorizare și de previziune a activității întreprinderilor agricole. Digitalizarea acestor activități și implementarea tehnologiilor informaționale în toate domeniile de activitate va propulsa managementul întreprinderilor pe o nouă treaptă de dezvoltare (*subcapitolele 5.1, 5.2*).

14. În vederea realizării obiectivului 10 al cercetării, de autor au fost elaborate și propuse spre utilizare platformele digitale „*BioFuraje*” și „*SmartFarmer*”. Scopul de bază al acestor instrumente digitale este eficientizarea managementului și activității întreprinderilor din domeniul creșterii animalelor, prin oferirea unor soluții viabile privind optimizarea costurilor de întreținere a animalelor/păsărilor, atingerea nivelului maxim de productivitate în funcție de criteriul economic, asigurarea calității și competitivității produselor agricole autohtone. Platforma „*BioFuraje*” este un model digital de gestiune eficientă a afacerilor în agricultură, care se recomandă a fi dezvoltat și adoptat necesităților producătorilor agricoli din diferite domenii de activitate. Platforma colaborativă „*SmartFarmer*” asigură interconexiunea digitală dintre principalii actori implicați în ramura de creștere a animalelor și păsărilor, asigurând eficientizarea proceselor decizionale, optimizarea resurselor financiare consumate și colaborarea interactivă dintre părțile cointerestate. Testarea platformei digitale „*BioFuraje*” realizată în cadrul fermelor avicole din Republica Moldova a generat următoarele rezultate: reducerea considerabilă a timpului pentru elaborarea rațiilor alimentare prin automatizarea procesului; rațiile pot fi corectate zilnic în funcție de disponibilul de furaje, necesitățile nutriționale și productivitatea păsărilor; softul înlocuiește implicarea unui specialist în zootehnie, ca rezultat se reduc costurile; calitatea rațiilor alimentare va fi permanent controlată, iar doza de premixuri va fi ajustată la

conținutul de micro și macroelemente ale furajelor combinate; fermierul are posibilitatea să selecteze componența optimă a furajelor combinate în funcție de disponibilul de furaje în stoc cu păstrarea calității nutriționale; productivitatea păsărilor s-a majorat cu 7,32%; costurile pentru nutreț s-au redus cu cca 4%; rentabilitatea vânzărilor pe timp de o lună a crescut cu 3,6%.

Precum au demonstrat rezultatele obținute, aplicarea regulată a softului permite reducerea costurilor de producere și majorarea profitului brut în mediu de la 5 la 8% lunar.

Prin urmare, implementarea acestor instrumente digitale în cadrul întreprinderilor agricole a confirmat oportunitatea eficientizării managementului acestora (*subcapitolul 5.3*).

15. Cercetările realizate în cadrul obiectivului 11, dar și pe parcursul tezei ne au condus la concluzia că: actualmente, pentru soluționarea problemelor de ordin economic și gestionarea eficientă a afacerii sale, fermierul are nevoie de informații spațiale, statistice și date previzionale despre starea terenurilor, condițiile climaterice, cantitatea necesară de semințe, volumul roadei etc., date care permit monitorizarea, analiza, planificarea și prognozarea dinamicii activității întreprinderii agricole în ansamblu. Aceste probleme pot fi soluționate prin implementarea instrumentarului Industriei 4.0 în agricultură. De exemplu, platformele digitale, recomandate, au scopul asigurării fermierului cu date necesare pentru realizarea eficientă a activității sale, creșterea productivității întreprinderilor agricole, prin introducerea pe scară largă în producție a noilor tehnologii digitale și a modelelor inovatoare de afaceri. În viziunea autorului, elaborarea platformelor digitale și implementarea lor la scară largă, necesită soluționarea mai multor probleme cum ar fi: *crearea clusterelor agroalimentare cu infrastructura specializată, dezvoltarea canalelor de distribuție și consum, asigurarea instruirii specializate, educație, informare, cercetare și suport tehnic; identificarea necesarului de resurse umane și financiare; elaborarea unui model economic de interacționare și decontare reciprocă între furnizorii de produse și aplicații software și serviciile de platformă; justificarea fezabilității platformelor digitale agricole și racordarea lor la prioritățile sociale și economice de dezvoltare ale Republicii Moldova* (*subcapitolul 5.4*).

Rezultatele asimilate au permis dezvoltarea **unei direcții științifice noi**, și anume – implementarea Industriei 4.0 în sectorul agricol care trebuie instituționalizată în Strategia de digitalizare a sectorului agricol.

Problemele nesoluționate în prezenta teză

Tema cercetată nu a acoperit întregul areal al produselor digitale care pot fi implementate în practica autohtonă pentru eficientizarea managementului în sectorul agricol. În acest context, propunem următoarele direcții noi de cercetare în acest domeniu:

- eficientizarea managementului în sectorul agricol prin abordarea ecosistemică a afacerilor în agricultură;

- asigurarea trasabilității și securității produselor agricole prin tehnologia blockchain;
- dezvoltarea platformelor digitale în agricultură pentru creșterea competitivității producătorilor agricoli etc.

În contextul cercetărilor realizate au fost întâmpinate unele impedimente ca: necesitatea atragerii specialiștilor din domeniul zootehnic și veterinar în vederea elaborării calculatoarelor pentru optimizarea rațiilor alimentare și reducerea costurilor de producție fără a afecta securitatea alimentară a animalelor/păsărilor.

Pentru dezvoltarea și perfecționarea platformei digitale *BioFuraje* este necesară crearea unui consorțiu științifico-practic dintre specialiștii din zootehnie, tehnologii informaționale, manageri, economiști și contabili. Altă problemă nesoluționată, în această cercetare, se referă la imposibilitatea testării produselor digitale, elaborate de autor, pe un eșantion mai mare de întreprinderi agricole din cauza lipsei unor pârgii de conlucrare, testare și validare a datelor între mediul academic de cercetare și cel practic. Această problemă va fi soluționată treptat, prin aderarea unui număr mai mare a fermierilor la platformă digitală, prin cointeresarea acestora, iar valorificarea activă a platformei digitale va îmbogăți baza de date și, drept consecință, eficiența și atractivitatea acesteia pentru antreprenori, manageri, producătorii de furaje și premixuri, crescătorii de animale și păsări și alți specialiști din sectorul agricol.

De asemenea, platforma *SmartFarmer*, necesită a fi promovată, pentru îmbogățirea bazei de date cu utilizatori noi din Republica Moldova și de peste hotare, deja există un interes din partea fermierilor din România. Autorul își propune dezvoltarea acestei platforme în vederea creării unei rețele (*networking*) între toți actorii implicați în dezvoltarea sectorului agricol pe calea digitalizării și conectarea acestei platforme cu alte platformele din domeniu și cele internaționale pentru promovarea Industriei 4.0 în economie.

Concluziile formulate în cadrul cercetării, cât și limitele depistate pentru realizarea cercetărilor în domeniul digitalizării întreprinderilor agricole au fundamentat următoarele **recomandări:**

1. Pentru ca economia Republicii Moldova să răspundă provocărilor actuale, apelând la practica internațională în acest domeniu, se recomandă structurilor subordonate Guvernului urgentarea adoptării Strategiei Industria 4.0 în Republica Moldova și includerea domeniului Industrie 4.0 în Strategia națională de dezvoltare a sectorului agricol al Republicii Moldova.

2. Introducerea în Programul național de cercetare, dezvoltare și inovare a domeniului Industria 4.0 și agricultură digitală; promovarea conceptelor Industria 4.0, Management 4.0 și Agricultură digitală în mediul academic, prin introducerea în programele de învățământ, la nivel de colegii și universități, a cursurilor interdisciplinare cu abordarea subiectelor menționate, promovarea și finanțarea studiilor la specializările în acest domeniu.

3. Motivarea implicării întreprinderilor agricole autohtone în Agenda Industria 4.0, prin aderarea și participarea activă la platforme și agenții europene și internaționale care au ca domeniu de interes Industria 4.0, precum și cointeresarea instituțiilor bancare în finanțarea inițiativelor de implicare în programul Industria 4.0 și de implementare a tehnologiilor digitale în agricultură.

Pentru facilitarea creșterii eficienței sectorului agricol prin digitalizare se recomandă implementarea, cu suportul statului, a produselor și tehnologiilor digitale în agricultură. Subvenționarea producătorilor agricoli pentru achiziționarea și implementarea produselor digitale, precum și acordarea facilităților fiscale pentru investițiile realizate de către producătorii agricoli în TIC.

4. La etapa actuală, este acut necesară instruirea fermierilor, managerilor și antreprenorilor agricoli în domeniul digitalizării agriculturii și familiarizarea lor cu avantajele TIC pentru dezvoltarea afacerilor în acest sector. Acest deziderat poate fi realizat prin intermediul programelor de formare continuă cu implicarea instituțiilor de învățământ superior, centrelor de excelență sau a centrelor educaționale specializate.

5. Pentru a îmbunătăți performanța întreprinderilor agricole, în viziunea noastră, este necesară modernizarea fermelor prin mecanizarea și automatizarea proceselor de producție; optimizarea structurii efectivelor de animale și păsări, îmbunătățirea reproducției acestora și consolidarea rațiilor alimentare și calității furajelor prin implementarea tehnologiilor performante, creșterea mecanizării și randamentului prin introducerea tehnologiilor avansate.

6. Pentru eficientizarea managementului întreprinderilor agricole se recomandă dezvoltarea modelelor de afaceri noi prin aderarea la platforme digitale, abordarea ecosistemică a proceselor de producție și racordarea afacerilor la conceptul de ecosistem industrial de management în agricultură, implementarea tehnologiei blockchain pentru trasabilitatea produselor agricole și securitatea alimentară.

7. La nivel de întreprindere se recomandă elaborarea mecanismelor de diagnosticare sistemică a situației financiare, controlul și monitorizarea performanțelor înregistrate, prin utilizarea programelor digitale de analiză și diagnostic.

8. Implementarea la scară largă a produselor digitale pentru optimizarea costurilor de producere, creșterii productivității și profitabilității afacerilor în agricultură.

Rezultatele principale noi pentru știință obținute, înaintate spre susținere au determinat următoarele elemente de noutate științifică: sintetizarea aspectelor teoretico-metodologice ale conceptelor de Industrie 4.0, Management 4.0 și agricultură digitală; identificarea instrumentarului managementului în condițiile Industriei 4.0; determinarea gradului de pregătire a economiei și agriculturii Republicii Moldova pentru Industria 4.0 versus

experiența internațională; elaborarea studiului privind gradul de percepere a necesității de digitalizare și a potențialului investițional în TIC ale producătorilor agricoli din Republica Moldova; efectuarea diagnosticului managerial al întreprinderilor agricole, participante la studiu în vederea evaluării gradului de pregătire a acestora pentru implementarea instrumentarului Industriei 4.0; determinarea interdependenței dintre eficiența managementului și performanța economică a întreprinderilor agricole prin aplicarea modelor matematice și algoritmice; implementarea programului soft pentru diagnosticul potențialului de dezvoltare a întreprinderilor agricole, participante la studiu, în scopul creșterii eficienței manageriale și demonstrării accesibilității și simplității de utilizare a instrumentelor digitale; elaborarea platformei digitale „BioFuraje” pentru eficientizarea managementului în domeniul creșterii animalelor; elaborarea platformei *SmartFarmer*, propusă de autor, care este o platformă colaborativă pentru asigurarea unui networking la nivel de sector de activitate pentru creșterea eficienței manageriale în condițiile Industriei 4.0; elaborarea recomandărilor privind aplicarea instrumentelor Industriei 4.0 în politicile de dezvoltare a sectorului agricol.

În viziunea noastră, implementarea în practică a modelelor prezentate în această cercetare va avea un impact semnificativ pentru eficientizarea managementului și a proceselor transformaționale din sectorul agricol.

Informațiile obținute din analiza bazelor de date, folosind modele matematice, vor ajuta la luarea deciziilor eficiente de management privind implementarea nano- și biotehnologiilor, inteligenței artificiale, „Internetului obiectelor”, roboticii și altor tehnologii moderne, bazate pe dispozitive electronice, care vor ajuta agricultura să consemneze a patra revoluție industrială cu noile tehnologii.

BIBLIOGRAFIA

Publicații în limba română

1. AIRINEI, D., HOMOCIANU, D. Facilități Business Intelligence cu aplicații în audit și raportări financiare. În: Revista Audit financiar nr. 9, 2014, pp. 17-29, Disponibil: <http://revista.cafr.ro>, ISSN: 1583 - 5812, ISSN: 1844 - 8801. 09/2014; 117(9):17-29.
2. BANABIC, D. A patra revoluție industrială a început. Este pregătită România pentru a face față sfidărilor acestei noi revoluții? În: Revista de politica științei și scientometrie – serie noua Vol. 5, No. 3, Septembrie 2016, pp. 194 – 201.
3. BĂNCILĂ, N. Teoria și practica de evaluare a unităților economice în baza cerințelor actuale bancare. Teza de doctor habilitat, Chișinău, 2007.
4. Biroul Național de Statistică. [citată 09.09.2020] Disponibil: www.statistica.md
5. CATAN, P. Căile de sporire a calității și eficienței deciziilor manageriale în sectorul agrar. În: Vector European. 2019, nr. 3, pp. 39-43. ISSN 2345-1106.
6. CIMPOIEȘ, D., SIMICIUC, E. Rolul Managementului Inovațional în Activitatea Antreprenorială a Agenților Economici din Republica Moldova, În: Revista: Center for Studies in European Integration, Working Papers Series, nr.7, 2017, pp. 29-34
7. GANEA, V., MIHAILĂ, S. Impactul controlling-ului asupra activității entităților

economice din Republica Moldova. Conferința Științifică Internațională „Dezvoltarea economico-socială durabilă a euroregiunilor și a zonelor transfrontaliere”, Iași, România, 2017, pp. 367-375, ISBN: 978-606-685-554-9.

8. LITVIN, A., DELIU, N. Rolul subvențiilor în susținerea producătorilor agricoli. În: Economie. Lucrări științifice. Vol. 37, 27 septembrie 2013, Chișinău, Republica Moldova: Centrul editorial UASM, 2013, pp. 240-243. ISBN 978-9975-64-252-1.
9. MURAVSCHI, A., DOGA, V., BAJURA, T., ș.a. Argumentarea tehnico-economică a afacerilor profitabile în sectorul agrar și agroalimentar (businessul mic și mijlociu). FermaModel (TIP). Creșterea porcinelor. Carne de porc: proiect /Institutul de Economie, Finanțe și Statistică. Chișinău: IEFS, 2008. 55 p. ISBN 978-9975-9823-2-0.
10. STARATAN, A. Tendințe în parcursul competitivității economiei naționale: cuantificare și constrângeri. În: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”, nr. 1 (48), 2018, pp. 75-83, ISSN 1857-0461.
11. STRATAN, A., BAJURA, T. Metodologia elaborării și evaluării proiectelor investiționale pentru sectorul agroalimentar: ghid metodologic. Institutul Național de Cercetări Economice. Chișinău: Complexul Editorial al INCE, 2017. 70 p. ISBN 978-9975-3171-4-6.

În limba rusă

12. ЛАПИДУС, Л.В. Цифровая экономика: управление электронным бизнесом и электронной коммерцией. М.: ИНФРА-М., 2018, 381 с., ISBN: 978-5-16-013607-3.
13. МАРКОВА, В.Д. Цифровая экономика: учебник. ИНФРА-М., 2018, 186 с., ISBN: 978-5-16-013859-6.
14. ТРУШИНА, Г.С., ПРИСТАШ, Я.В. Финансовый анализ и диагностика экономического потенциала хозяйствующего субъекта, Кемерово, КузГТУ, 2012, ISBN: 978-5-79445144-6.

În limba engleză

15. CHRISTIANSEN, B., YÜKSEL, Ü. Technological Integration as a Catalyst for Industrial Development and Economic Growth. IGI Global, 2017.
16. DEICHMANN, U., GOYAL, A. & MISHRA, D. Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries? [online]. În: Policy Research Working Paper. World Bank World Development Report Team & Development Research Group Environment and Energy Team. 2016. Agricultural Economics, 47(S1), p. 21-33 [citat 14.12.2019] Disponibil: <http://documents.worldbank.org/curated/en/481581468194054206/Will-digital-technologies-transform-agriculture-in-developing-countries>
17. GAVRILESCU, C., An analysis of the trade balance for the main agrifood products. Simpozionul Internațional „Agrarian Economy and Rural Development - Realities and Perspectives for Romania”, București, 2019, pp. 26-34.
18. GERBERT, P., LORENZ, M., RÜßMANN, M., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., HARNISCH, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [online]. [citat 03.09.2019] Disponibil: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx
19. GUNKOVA, A.G., KHOLOPOV, YU.A. Improving the environmental and economic indicators of the enterprise based on the implementation of the best available technologies. Bulletin of Volgograd State University. Ser. 3, Economics. Ecology. 2017. No. 9. p. 23-32.
20. KAMILARIS, A., FONTS, A., PRENAFETA-BOLDY, F. The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains [online]. p. 6, [citat 17.03.2019] Disponibil: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1908/1908.07391.pdf>
21. MARTLN-DEL-BRIO, B., SERRANO-CINCA, C. Self-Organizing Neural Networks: The Financial State of Spanish Companies [online]. In: N.A.D. Refenes, Eds., Neural Networks in the Capital Markets (Wiley, London, 2015) Ch. XXIII. Self-Organizing-Feature-Map, [citat 10.01.2019] Disponibil: <http://www.turingfinance.com/wp->

- content/uploads/2014/10/Self-Organizing-Feature-Map-2.png
22. TYAPKINA, M.F., ILINA, E.A. Assessment of the Reproduction Process of Agricultural Enterprises [online]. In: International Journal of Ecological Economics and Statistics. 2018. nr. 39, p. 171-179 [citat 05.05.2020] Disponibil: <http://www.ceser.in/ceserp/index.php/ijees/article/view/5433>
 23. VASILIEV, A., BRIUHANOV, A. Evaluation of the effectiveness of the best available technologies for intensive animal husbandry In: Technologies and technical means of mechanization of crop production and animal husbandry. 2016. No. 86. p. 31-142.
 24. WILSON, L., SHARDA, R. Bankruptcy Prediction using Neural Networks, Decision Support Systems 11, No. 5, 2011.

LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI

Monografii monoautor

1. **AMARFII-RAILEAN N.** Managementului întreprinderilor agricole în condițiile Industriei 4.0., Institutul Național de Cercetări Economice, Chișinău, INCE, 2020, 284 p. ISBN 978-9975-3463-0-6, (14,4 c.a.)
2. **AMARFII-RAILEAN N.** Diagnosticul potențialului economic al întreprinderii. Bălți: Presa universitară bălțeană, 2013, 184 p. ISBN 978-9975-50-097-5, (10,9 c.a.) <http://dspace.usarb.md:8080/xmlui/handle/123456789/1731>

Articole în reviste din străinătate recunoscute

3. **AMARFII-RAILEAN N.** Perspectives of agricultural sector development through implementation of smart technologies (Republic of Moldova case). The Journal Contemporary Economy, Revista Economia Contemporană, Editura Independența Economică, Universitatea „Constantin Brâncoveanu” din Pitești; pp. 58-65, ISSN 2537-4222, ISSN-L 2537-4222 (www.revec.ro). (0,6 c.a.), http://www.revec.ro/images/images_site/categorii_articole/pdf_categorie_63e8dbe5912c5a700a7e29f0bddc71a8.pdf
4. **AMARFII-RAILEAN N., PERCIUN R., SHVEDA N.** Industry 4.0 versus Agriculture. Development perspectives of agriculture in the Republic of Moldova by assimilating digital technologies. Revista „Cogito (București. English ed. Online)”, Vol. XII, nr. 4 Decembrie, 2020, pp. 178 -200, ISSN 2247-9384 ISSN -L 2068-6706, (1,25 c.a.), <http://cogito.ucdc.ro/COGITO23decembrie2020.pdf>
5. **AMARFII-RAILEAN N.** Mathematical Models Application in the Agriculture Development Strategy under Industry 4.0. Revista Univers Strategic. Revistă universitară de studii strategice interdisciplinare și de securitate. Anul XI nr. 2 (42), Aprilie-Iunie 2020. București, 2020. ISSN 2068 - 1682 Online, p.146-157, (0,75 c.a.), <http://iss.ucdc.ro/revista-pdf/us42.pdf>
6. **AMARFII-RAILEAN N.** Industrial ecosystems as a catalyst of economic development and growth in the frame of industrial revolution 4.0. The Yearbook of The “Gh. Zane” Institute of Economic Researches, The Romanian Academy Jassy Branch “Gh. Zane” Institute of Economic and Social Researches, Volume 27, Issue 1, 2018, p. 13- 26. ISSN: 1453-4061, (1,5 c.a.), <https://ideas.repec.org/a/zan/ygzier/v27y2018i1p13-26.html>

Articole în reviste științifice naționale acreditate (articole în reviste de tipul B)

7. **AMARFII-RAILEAN N.** Streamlining Management in the Agri-Food Sector through Blockchain Technology. Eastern European Journal for Regional Studies (EEJRS). CSEI WORKING PAPER SERIES, Vol. 6, Issue 2 , December 2020, pp 92-104, (0,8 c.a.) // https://csei.ase.md/journal/files/issue_62/EEJRS_Issue_62_92-107_AMA.pdf
8. **AMARFII-RAILEAN N.** Dezvoltarea inovațională a industriei agroalimentare în epoca digitală. In: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”. 2020, nr. 2(57), pp. 75-80. ISSN 1857-0461.10.5281/zenodo.3989219 (0,6 c.a.)//

https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/75-80_15.pdf

9. **AMARFII-RAILEAN N., PERCIUN R.**, Industrial revolution 4.0: a new paradigm for economic growth. In: Journal of Research on Trade, Management and Economic Development. 2020, nr. 1(13), pp. 82-96. ISSN 2345-1424. (0,96 c.a.) // https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/82-96_0.pdf
10. **AMARFII-RAILEAN N.** Aplicarea diagnosticului financiar în eficientizarea managementului activităților economice ale întreprinderii. In: Studia Universitas (Seria Științe Exacte și Economice). 2018, nr. 7(117), p. 40-47. ISSN 1857-2073, (1,0 c.a.), https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/06.p.40-47_117.pdf
11. **AMARFII-RAILEAN N., SUSLENCO A.** Modernizarea învățământului superior prin consolidarea abilităților antreprenoriale și digitale în condițiile revoluției industriale 4.0. Studia Universitas Moldaviae, 2018, nr. 2(112), Seria „Științe exacte și economice”, p. 151-156. ISSN 1857-2073, (0,8 c.a.) // https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/151-156_1.pdf
12. **AMARFII-RAILEAN N., MOVILĂ I.** Analiza factorilor de influență asupra formării potențialului profesional al specialiștilor de profil economic în instituțiile superioare de învățământ. În: Economica, 2009, nr. 5(69), p. 98-102. ISSN 1810-9136, (0,63 c. a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/3360
13. **AMARFII-RAILEAN N.** Estimarea potențialului economic al întreprinderii în contextul elaborării propriei strategii de dezvoltare. În: Revista științifică „Studia Universitatis”. Seria științe exacte și economice. USM, Chișinău, 2008, nr. 3 (13), p. 206-212. ISSN 1857-2073, (0,94 c. a.) // https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/10545
14. **AMARFII-RAILEAN N.** Posibilitățile utilizării metodelor estimării potențialului economic în diagnosticul activității întreprinderilor autohtone. În: Economica, 2007, nr. 4 (60), p. 112-115. ISSN 1810-9136, (0,3 c. a.) // https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/2754

Articole în lucrările conferințelor internaționale

15. **AMARFII-RAILEAN N.** Modèles innovants pour le développement du secteur agroalimentaire à l'ère numérique. Proceedings of the International scientific conference „DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS IN A GLOBAL NETWORK ENVIRONMENT”, May 22th, 2020, Le Mans University France, Publishing House “Baltija Publishing”, 2020. P.14-19, ISBN 978-9934-588-51-8. (0,35 c.a.)
16. **AMARFII-RAILEAN N.** Industry 4.0 for the agriculture sustainable development. Case study: Republic of Moldova. Сучасні підходи до формування стратегічного бачення соціально-економічного розвитку регіонів: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 23 травня 2020 року) / ГО «Львівська економічна фундація». – Львів: ЛЕФ, 2020. p.176-180. УДК 330.34:332.14(063)C91. (0,3 c.a.)
17. **AMARFII-RAILEAN N.** Artificial intelligence applications in financial diagnosis and analysis methods. Статистичні методи та інформаційні технології аналізу соціально-економічного розвитку: зб. текстів доповідей за матеріалами XX Міжнародної наук.-практ. конф., 21 травня 2020 р. – Хмельницький: Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2020.– p. 112- 116. (0,4 c.a.)
18. **AMARFII-RAILEAN N.** Asigurarea creșterii economice prin implementarea inovațiilor revoluției industriale 4.0, În: Матеріали xxxviii міжнародної науково-практичної інтернет-конференції Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації», 29 septembrie 2018, Переяслав-Хмельницьк, p. 26-29. УДК 338/0048 (0,3 c.a.)
19. **AMARFII-RAILEAN N.** Estimating the economic potential of enterprises in cross border areas trough advanced analysis. În: Materialele conferinței științifico-practice internaționale. Развiток прикордонних регіонв в системі транскордонного співробітництва. Cernauți, Ukraina, 27-28 aprilie, 2017, Cernăuți, p. 133-135. УДК 332.1, ББК 65.050.9(4Укр)22+65.58, (0,40 c.a.)

20. **AMARFII-RAILEAN N.** Problemele implementării inovațiilor informaționale în sporirea calității serviciului audit intern. În: Materialele conferinței internaționale. Сучасна економічна динаміка в контексті парадигми економічного розвитку Й.А.Шумпетера, 14-15 octombrie 2011, Universitatea Națională din Cernăuți, p.23-31 УДК 330.34.330.83(092), (0,6 c.a.).
21. **AMARFII-RAILEAN N.** Auditing assurance and information technology. În: Материалы II Международной научно – практической конференции. Молодежь и наука, реальность и будущее. Г. Невинномысск, 3 марта 2009 в 9 томах VI: Экономика, 2009, p. 51-53. (0,40 c. a.)
- Materiale la conferințe științifice internaționale desfășurate în Republica Moldova**
22. **AMARFII-RAILEAN N.** Noua revoluție industrială. Management 4.0., COLLOQUIA PROFESSORUM, ediția a IX-a, Tradiție și inovare în cercetarea științifică. Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, 11 octombrie 2019, Bălți. (0,5 c.a.), http://dspace.usarb.md:8080/jspui/bitstream/123456789/4589/1/Amarfii_Railean_Noua.pdf
23. **AMARFII-RAILEAN N.** Aplicații ale sistemelor de gestiune și control în managementul tehnologiilor informaționale în condițiile revoluției industriale 4.0 În: Aspecte ale dezvoltării potențialului economico-managerial în contextul asigurării securității naționale: Materialele conferinței științifice internaționale: Bălți, 30 noiembrie-01 decembrie 2018. - Iași PIM, 2019, p. 239-242 ISBN 978-606-13-4996-8, (0,6 c.a.)
24. **AMARFII-RAILEAN N.** Ecosistemul industrial: model al creșterii și dezvoltării economice În: Aspecte ale dezvoltării potențialului economico-managerial în contextul asigurării securității naționale: Materialele conferinței științifice internaționale: Bălți, 30 noiembrie-01 decembrie 2018. – Iași PIM, 2019, p. 352-356. ISBN 978-606-13-4996-8, (0,8 c.a.)
25. **AMARFII-RAILEAN N.** Implementarea tehnologiilor informaționale în diagnosticul financiar în condițiile dezvoltării durabile, În: Materialele conferinței internaționale științifico-practice „Creșterea economică în condițiile globalizării: competitivitate, inovativitate, sustenabilitate”, Ediția a XIII-a, 11-12 octombrie 2018, Chișinău: INCE, 2018, p. 140-145, ISBN 978-9975-3202-7-6, (0,85 c.a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/66610
26. **AMARFII-RAILEAN N.** Impactul revoluției industriale 4.0 asupra economiilor naționale. Contextul european și național. În: Materialele Simpozionului Științific Internațional „Perspectivele dezvoltării durabile a spațiului rural în contextul noilor provocări economice”, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova, Volumul 50, Economie, Chișinău, 2018, p. 275-279. ISBN 978-9975-64-299-6, (0,55 c.a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/87362
27. **AMARFII-RAILEAN N.** Adoptarea metodelor de estimare a potențialului economic în diagnosticul activității întreprinderilor autohtone. În: Materialele Conferinței științifice internaționale „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Universitatea de Stat „B.P. Hașdeu”, Volumul I, Cahul, 7 iunie 2018, p.263-268, ISBN 978-9975-88-040-4, (0,4 c.a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/66792
28. **AMARFII-RAILEAN N.** Abordarea managementului întreprinderii prin prisma revoluției industriale 4.0 În: Materialele Conferinței științifice internaționale jubiliare „Paradigme moderne în dezvoltarea economiei naționale și mondiale”, Universitatea de Stat din Moldova, 2-3 noiembrie, 2018, Chișinău, 2018, p. 453-457. ISBN 978-9975-142-57-1, (0,8 c.a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/78570
29. **AMARFII-RAILEAN N.** Aplicarea tehnologiei Blockchain în managementul financiar-contabil. In: Tradiție și inovare în cercetarea științifică. Ediția VIII, 12 octombrie 2018, Bălți. Bălți: Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, 2018, p. 156-158. ISBN 978-9975-50-235-1, (0,35 c.a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/90361
30. **AMARFII-RAILEAN N.** Reinforce the entrepreneurial and digital skills of students enhancing the modernization of higher education. Critical Satisfaction on students target group. In: Tradiție și inovare în cercetarea științifică. Ediția VIII, 12 octombrie 2018, Bălți. Bălți: Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, 2018, p. 355-358. ISBN 978-9975-50-235-1, (0,35 c.a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/90465

31. **AMARFII-RAILEAN N.** Studii superioare în alternanță – soluție pentru inserția eficientă a specialiștilor de profil economic pe piața muncii În: Asigurarea viabilității economico-manageriale pentru dezvoltarea durabilă a economiei regionale în condițiile integrării în UE: Materialele conf. șt. intern., 15-16 sept. 2017. – Bălți, 2018. p. 70-71. (0,3 c.a.), http://dspace.usarb.md:8080/jspui/bitstream/123456789/4061/1/Amarfii_Conf_Asigurarea-070-071.pdf
32. **AMARFII-RAILEAN N.** Perspective comparate privind sistemul de impozitare în Republica Moldova și contextul european. În: Materialele COLLOQUIA PROFESSORUM. Tradiție și inovare în cercetarea științifică, Ediția a VI-a, dedicată anului profesorului Nicolae Filip. 29 septembrie 2016, Volumul I, Bălți, 2017, p. 192-195. ISBN 978-9975-50-201-6, (0,4 c. a.), https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/77206
33. **AMARFII-RAILEAN N.** Diagnosticul financiar-contabil al întreprinderii în condițiile unui risc ridicat de insolvabilitate. În: Materialele Conferinței Științifice Internaționale. Asigurarea viabilității economice-manageriale pentru dezvoltarea durabilă a economiei regionale în condițiile integrării în Uniunea Europeană. 16-17 septembrie 2016, Bălți, PIM, Iași, 2017, p.270-274. ISBN 97 8-606-13-3 6-11 -5, (0,4 c. a.)
34. **AMARFII-RAILEAN N.** Abordarea managementului financiar-contabil din perspectiva utilizării bazelor de date în „Cloud”. În: Materialele conferinței științifice internaționale. Relevanța și calitatea formării universitare: competențe pentru prezent și viitor. Vol. I, 8 octombrie 2015, Bălți, 2016, p.175-178. ISBN 978-9975-50-177-4, (0, 4 c. a).

ADNOTARE

Amarfii-Railean Nelli, „Eficientizarea managementului sectorului agricol în condițiile Industriei 4.0”, teză de doctor habilitat în științe economice, Chișinău, 2022

Structura tezei: introducere, cinci capitole, concluzii și recomandări, bibliografie din 280 de titluri, 27 anexe, 260 de pagini text de bază, 118 figuri și 16 tabele.

Rezultatele obținute sunt publicate în peste 50 de lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: eficientizarea managementului, Industria 4.0, agricultură digitală, tehnologia Blockchain, dezvoltarea durabilă, platformele digitale agricole.

Scopul lucrării constă în elaborarea bazei teoretico-metodologice și aplicative a instrumentarului Industriei 4.0 care va asigura eficientizarea managementului întreprinderilor agricole din Republica Moldova.

Obiectivele cercetării constau în: fundamentarea teoretico-conceptuală a noțiunii „Industria 4.0”, Agricultura 4.0, Management 4.0 și a semnificației acestora în eficientizarea managementului întreprinderilor agricole; sistematizarea instrumentarului Industriei 4.0 pentru eficientizarea managementului întreprinderilor agricole; evaluarea gradului de pregătire a economiei naționale pentru Industria 4.0; diagnosticarea potențialului de digitalizare al agriculturii Republicii Moldova; analiza percepției Industriei 4.0 de către antreprenorii și managerii întreprinderilor agricole și a barierelor ce stau în calea implementării instrumentarului Industriei 4.0; analiza diagnostic a conjuncturii și tendințelor de dezvoltare a sectorului agricol și analiza eficienței managementului întreprinderilor agricole din Republica Moldova; analiza politicii și direcțiilor de subvenționare a întreprinderilor agricole naționale în scopul stimulării activităților inovatoare; determinarea interdependenței dintre managementul bazat pe instrumentarul Industriei 4.0 și performanța întreprinderilor agricole autohtone; identificarea instrumentelor de management 4.0 pentru eficientizarea managementului în sectorul agricol; elaborarea unei platforme digitale pentru eficientizarea managementului întreprinderilor agricole și testarea acesteia; elaborarea recomandărilor de înlăturare a barierelor ce stau în calea implementării instrumentarului Industriei 4.0 și de eficientizare a managementului întreprinderilor sectorului agricol.

Noutatea și originalitatea științifică constă în: dezvoltarea bazei teoretico-metodologice ale conceptelor de revoluție industrială, Industrie 4.0, economie digitală, agricultură digitală, management 4.0, precum și identificarea instrumentarului managementului 4.0; identificarea gradului de pregătire a economiei Republicii Moldova pentru Industria 4.0; identificarea potențialului de digitalizare a agriculturii Republicii Moldova în vederea utilizării instrumentarului pentru eficientizarea managementului întreprinderilor agricole; studiul empiric privind gradul de percepere a necesității de digitalizare și a barierelor ce stau în calea implementării noului model de management în cadrul întreprinderilor agricole autohtone; determinarea interdependenței dintre modelul de dezvoltare și tipul de management utilizat în întreprinderile agricole și performanța acestora, prin aplicarea modelelor matematice de analiză; diagnosticarea întreprinderilor agricole prin intermediul instrumentelor digitale de analiză; elaborarea platformelor digitale „BioFuraje” și „SmartFarmer” pentru eficientizarea managementului în domeniul creșterii animalelor și păsărilor; elaborarea recomandărilor privind aplicarea instrumentelor Industriei 4.0 în politicile de dezvoltare a sectorului agricol.

Rezultatele obținute au condiționat crearea unei noi direcții științifice în eficientizarea managementului în sectorul agricol în condițiile Industriei 4.0. În rezultatul studiilor realizate, s-a constatat că digitalizarea afacerilor și implementarea produselor Industriei 4.0 în sectorul agricol este un domeniu neexplorat în literatura de specialitate și în practica managerială autohtonă, dar care asigură dezvoltarea sustenabilă a economiei naționale prin asigurarea competitivității și eficienței sectorului agricol.

Semnificația teoretică. Cercetările efectuate extind cadrul teoretic și conceptual al problemei eficientizării managementului sectorului agricol în condițiile Industriei 4.0, propunând abordări teoretice privind modelele de dezvoltare economică în condițiile revoluției industriale și digitalizării operațiunilor și relațiilor dintre principalii actori ai creșterii economice durabile.

Recomandările prezentate pot fi implementate de întreprinderile din sectorul agricol, cu diverse domenii de activitate sau dimensiuni, precum și de structurile guvernamentale, instituțiile academice și științifice din Republica Moldova ș. a.

Valoarea aplicativă a tezei este fundamentată de rezultatele studiilor efectuate, care permit conturarea direcțiilor prioritare de dezvoltare a afacerilor în agricultură, iar modelele digitale examinate și elaborate de autor vor asigura creșterea eficienței managementului sectorului agricol în condițiile Industriei 4.0.

Rezultatele cercetării au fost utilizate în proiectul de cercetare din cadrul Programului Național 20.80009.080722 „Dezvoltarea mecanismului de formare a economiei circulare în Republica Moldova”, au fost atestate de Agenția de Dezvoltare Regională Nord, Agenția pentru Plați și Intervenții în Agricultură, ÎS ICCS „Selecția” și implementate în cadrul întreprinderilor agricole din Republica Moldova, cum ar fi: ÎCS „Moldova Zahăr” SRL, SA „Avicola”, SRL „Vara Milk”, SRL „Cromolagro”, SRL „Dant-Agro”, SRL „SARURCON”.

АННОТАЦИЯ

Амарфий-Райлян Нелли, «Эффективность управления аграрным сектором в условиях Индустрии 4.0», диссертация доктора хабилитат экономических наук, Кишинев, 2022

Структура диссертации: введение, пять глав, выводы и рекомендации, библиография из 280 наименований, 27 приложений, 260 страниц основного текста, 118 рисунков и 16 таблиц.

Полученные результаты опубликованы более чем в 50 научных статьях.

Ключевые слова: эффективность управления, Индустрия 4.0, цифровое сельское хозяйство, информационные и коммуникационные технологии, промышленные экосистемы, технология Blockchain, устойчивое развитие, цифровые платформы.

Целью научной работы является разработка теоретических, методологических и прикладных основ концепции Индустрии 4.0 с целью оптимизации управления сельскохозяйственным сектором в РМ.

Задачи исследования: теоретико-концептуальное обоснование понятий Индустрия 4.0, сельское хозяйство 4.0, Менеджмент 4.0 и их значение в рационализации управления аграрным сектором; систематизация инструментов Индустрии 4.0 для управления; оценка степени подготовленности национальной экономики к Индустрии 4.0; диагностика потенциала цифровизации сельского хозяйства в РМ; анализ восприятия Индустрии 4.0 предпринимателями и руководителями аграрного сектора и барьеров, стоящих на пути внедрения инструментов Индустрии 4.0; диагностический анализ конъюнктуры и тенденций развития аграрного сектора; анализ политики и направлений субсидирования аграрного сектора; определение взаимозависимости между управлением на основе инструментов Индустрии 4.0 и эффективностью сельскохозяйственных предприятий; определение инструментов управления 4.0 для рационализации управления в аграрном секторе; разработка цифровой платформы для оптимизации управления и ее тестирование; выработка рекомендаций по устранению барьеров на пути внедрения инструментов Индустрии 4.0 и оптимизации управления предприятиями агропромышленного комплекса.

Научная новизна и оригинальность заключается в: разработке теоретико-методологических основ концепций, Индустрии 4.0, цифрового сельского хозяйства, менеджмента 4.0, а также выявлении инструментов управления 4.0; определение степени готовности экономики РМ к Индустрии 4.0; выявление потенциала цифровизации сельского хозяйства; эмпирическое исследование степени осознания необходимости цифровизации и барьеров внедрения новой модели управления; определение взаимозависимости между моделью развития и типом управления и их эффективностью путем применения моделей математического анализа; диагностика сельскохозяйственных предприятий с помощью инструментов цифрового анализа; развитие цифровых платформ «BioFuraje» и «SmartFarmer» для оптимизации управления в сфере животноводства и птицеводства; разработка рекомендаций по применению отраслевых инструментов 4.0 в политике развития аграрного сектора.

Полученные результаты определили создание нового научного направления для развития менеджмента в аграрном секторе в условиях Индустрии 4.0. В результате исследований было установлено, что цифровизация бизнеса и внедрение продуктов Индустрии 4.0 в аграрном секторе является неизведанной областью в литературе и местной практике управления, но которая обеспечивает устойчивое развитие национальной экономики за счет обеспечения конкурентоспособности и эффективности аграрного сектора.

Теоретическое значение. Исследования существенно расширяют теоретические и концептуальные основы для решения проблемы оптимизации управления аграрным сектором в условиях Индустрии 4.0, предлагая теоретические подходы к моделям экономического развития в условиях промышленной революции, цифровизации операций и отношений между основными агентами устойчивого экономического роста.

Сформулированные рекомендации могут быть использованы предприятием в сельскохозяйственном секторе, независимо от сферы деятельности или размера, а также государственными учреждениями и научными центрами в Республике Молдова.

Практическая ценность основана на результатах проведенных исследований, которые позволяют обозначить приоритетные направления развития бизнеса в сельском хозяйстве, а изученные и разработанные автором цифровые модели обеспечат повышение эффективности управления аграрным сектором в Индустрии 4.0.

Результаты исследования были использованы в исследовательском проекте в рамках Национальной программы 20.80009.080722 «Разработка механизма формирования замкнутой экономики в Республике Молдова», сертифицированы Северным Агентством Регионального Развития, Агентством по Платежам и Интервенциям в Сельском Хозяйстве, Научно-исследовательский институт полевых культур «Selectia» и внедрены в сельскохозяйственных предприятиях: ООО «Moldova Zahar», АО «Avicola», ООО «Vara Milk», ООО «Cromolagro», ООО «Dant-Agro», ООО «SARURCON».

ANNOTATION

Amarfii-Railean Nelli, „Streamlining the management of the agricultural sector in the conditions of Industry 4.0 “. Post-doctoral (Doctor habilitation) Thesis in Economics, Chisinau, 2022

Structure of the thesis: Introduction, five chapters, general conclusions and recommendations, bibliography including 280 sources, 27 annexes, 260 pages of main text, 118 figures and 16 tables.

The results of the thesis have been published in over 50 scientific papers.

Key words: streamlining management, Industry 4.0, digital agriculture, ICT, industrial revolution, industrial ecosystems, Blockchain, artificial intelligence, sustainable development, digital agricultural platforms.

The purpose of the thesis lies in the development of the theoretical, methodological and applied foundations of the Industry 4.0 concept to streamline the management of the agricultural sector in the Republic of Moldova.

The objectives of the research: theoretical-conceptual substantiation of the notion Industry 4.0, Agriculture 4.0, Management 4.0 and their significance in streamlining the management of agricultural enterprises; systematization of Industry 4.0 tools that will lead to more efficient management in agriculture; assessment of the degree of national economy preparation for Industry 4.0 (international experience versus Republic of Moldova); diagnosing the digitization potential of agriculture in the Republic of Moldova; the analysis of the perception of Industry 4.0 by the entrepreneurs and managers of the agricultural enterprises and of the barriers that stand in the way of the implementation of the tools of Industry 4.0; diagnostic analysis of the conjuncture and development trends of the agricultural sector and analysis of management efficiency in Republic Moldova agriculture; policy analysis and directions of subsidization of national agricultural enterprises in order to stimulate innovation activities; interdependence analysis between the management based on the Industry 4.0 tools and the enterprises performance; identification of 4.0 management tools for streamlining management in the agricultural sector; developing a digital platform to increase the management efficiency and its testing; elaboration of the recommendations for removing the barriers that stand in the way of the Industry 4.0 implementation for streamlining the management of the agricultural enterprises.

The scientific novelty and originality of the thesis resides in the development of the theoretical-methodological basis of the concepts of industrial revolution, Industry 4.0, digital economy, digital agriculture, management 4.0, as well as the identification of the tools of management 4.0; identifying the degree of readiness of Moldovan economy for Industry 4.0; identifying the potential for digitization of Moldovan agriculture in order to use digital tools that would lead to more efficient management of agricultural enterprises; the empirical study on the degree of perception of the need for digitization and the barriers that stand in the way of the implementation of the new management model within domestic agricultural enterprises; determining the interdependence between the development model and the type of management used in agricultural enterprises and their performance, by applying mathematical analysis models; diagnosis of agricultural enterprises through digital analysis tools; development of the digital platform "BioFurage" and "SmartFarmer" to streamline management in the field of animal husbandry; elaboration of recommendations regarding the application of Industry tools. 4.0 in agricultural sector development policies.

The scientific results obtained have determined the creation of a new scientific direction to develop the management in the agricultural sector in the matter of Industry 4.0. As a result of the undertaken research, it was found that the digitalization of business and the implementation of Industry 4.0 products in the agricultural sector is an unexplored field in the literature and local management practice, but which ensures the sustainable development of the national economy by guaranteeing competitiveness and efficiency of the agricultural sector.

Theoretical significance. The research extends the conceptual and theoretical aspects of management streamlining in the agricultural sector in the context of Industry 4.0 framework, proposing theoretical approaches on economic development models in the conditions of industrial revolution and digitization of operations and relations between the main actors of sustainable economic growth. The formulated recommendations can be used by the enterprises in the agricultural sector, from different activity field or size, also by the governmental structures, academy and research institutions in Moldova.

The applicative value of the thesis is grounded on the results of studies conducted, which allow outlining the priority directions of business development in agriculture, and the digital models examined and developed by the author will ensure increased efficiency of agricultural sector management in the context of using the Industry 4.0.

The scientific results have been used in the research project within the National Program 20.80009.080722 "Development of the mechanism of formation of the circular economy in the Republic of Moldova", have been certified by the North Regional Development Agency, Agency for Payments and Intervention in Agriculture, SE "Selectia" Research Institute for Field Crops, and have been implemented in agricultural enterprises of the Republic of Moldova, such as: FIE "Moldova Zahar" LLC, JSC "Avicola", LLC "Vara Milk", LLC "Cromolagro", LLC "DANT-AGRO", LLC "SARURCON".

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETĂRI ECONOMICE

Cu titlu de manuscris:

CZU: 005.22:631

AMARFII-RAILEAN NELLI

**EFICIENTIZAREA MANAGEMENTULUI SECTORULUI AGRICOL ÎN CONDIȚIILE
INDUSTRIEI 4.0**

**SPECIALITATEA: 521.03 – ECONOMIE ȘI MANAGEMENT
în domeniul de activitate**

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe economice

Aprobat spre tipar:	Formatul hârtiei 60x84 1/16
Hârtie offset. Tipar offset.	Tiraj 50 ex.
Coli de tipar: 2,2	Comanda nr.

Serviciul Editorial, INCE, 2021
MD 2064. Chișinău, str. Ion Creanga, 45.
fax. (+37322)74-37-94, tel.: 50-11-30
www.ince.md