

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

Cu titlu de manuscris

CZU 621: [005.591.6:001.894/.895](043)

**IAȚCHEVICI VADIM**

**SELECTAREA ȘI EVALUAREA TEHNOLOGIILOR  
PENTRU TRANSFER ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI**

**Specialitatea**

**271.01. INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL PRODUCERII**

**(pe ramuri ale producerii industriale)**

Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești

**CHIȘINĂU, 2024**

## Teza a fost elaborată la

**Departamentul Ingineria Fabricației, Universitatea Tehnică a Moldovei**

### Conducător științific:

**TOCA Alexei**, doctor, conferențiar universitar

### Referenți oficiali:

1. **SLĂTINEANU Laurențiu**, dr. ing., prof. univ., UT "Gh. Asachi" Iași, România
2. **BEȘLIU Vitalie**, dr., conf. univ., US „Al. Russo” din Bălți

Consiliul Științific Specializat D 271.01-24-3 aprobat prin decizia Consiliului de conducere al ANACEC nr. 2 din 23.02.2024 în componența:

1. **BUGAIAN Larisa**, prof. univ., dr. hab., **președinte CȘS**
2. **TRIFAN Nicolae**, dr., conf. univ., UTM, **secretar științific CȘS**
3. **BOSTAN Ion**, dr. hab., prof. univ., academician al AȘM, UTM, **membru CȘS**
4. **DULGHERU Valeriu**, dr. hab., prof. univ., UTM, **membru CȘS**
5. **MAZURU Sergiu**, dr. hab., conf. univ., UTM, **membru CȘS**
6. **NEDELUCU Dumitru**, dr. ing., prof. univ., UT "Gh. Asachi" Iași, România, **membru CȘS**

Susținerea publică a tezei va avea loc la **21 mai 2024, ora 14:00**, în ședința Consiliului științific specializat D 271.01-24-3 din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, str. Studenților 9/8, blocul 6, aud. 6-210, Chișinău, MD 2045, Republica Moldova

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Universității Tehnice a Moldovei și pe pagina web a ANACEC ([www.anacec.md](http://www.anacec.md), [www.cnaa.md](http://www.cnaa.md)).

Rezumatul a fost expediat la 17 aprilie 2024.

Secretar științific al Consiliului Științific Specializat

**TRIFAN Nicolae**, conf. univ., dr.

*semnătura*



Conducător științific

**TOCA Alexei**, conf. univ., dr.

*semnătura*



Autor

**IAȚCHEVICI Vadim**

*semnătura*



© Iațchevici Vadim, 2024

## CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII .....	4
CONȚINUTUL TEZEI.....	8
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	25
BIBLIOGRAFIE.....	27
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTORULUI LA TEMA TEZEI.....	31
ADNOTARE.....	32
ANNOTATION.....	33
АННОТАЦИЯ.....	34

## REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**Actualitatea și importanța problemei abordate.** Începând cu anii 2000 Republica Moldova se manifestă tot mai ferm în procesele internaționale și regionale industriale realizându-se activități de proiectare inginerescă și de fabricare a produselor industriale, diferitor sisteme tehnice etc. Suportul tehnico-tehnologic al acestor procese este unul de nivel internațional atât pentru domeniul de proiectare cât și pentru cel de fabricație datorită mai multor companii și filiale de companii cu capital străin, care se impun cu instrumente moderne de proiectare asistată de calculator a produselor și a proceselor.

Majoritatea companiilor, mai ales mici și mijlocii caracteristice Republicii Moldova, nu au dezvoltate și/sau nu dispun de procese formalizate de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare, fapt ce duce la transferuri tehnologice întâmplătoare sau de eficiență joasă.

Fenomenul de transfer tehnologic a existat din timpurile cele mai vechi. Dar numai în secolului 20 s-au manifestat canale vizibile ale fluxurilor tehnologice, în special, internaționale. Procesele de transfer tehnologic s-au dezvoltat și s-au modificat odată cu modificarea accentelor puse pe tehnologii.

Anii 50 pot fi considerați convențional ca anii producerii, producerea fiind preponderent de masă, iar produsele conceptual și constructiv neschimbate perioade lungi de timp. Transferul tehnologic s-a concentrat pe tehnologiile de fabricație mai ales în scopul sporirii productivității la fabricare. Criteriul de bază la selectarea și evaluarea tehnologiilor pentru transfer se referea la specificațiile, caracteristicile tehnologiilor.

În anii 60 a început să se manifeste supraproducerea, astfel încât s-a dezvoltat știința despre piață (marketingul) și respectiv procedurile și procesele specifice acestui domeniu. Importante valoric pentru transfer au devenit pe lângă tehnologiile de fabricație și tehnologiile de produs (performanțe, diversificare etc.), acestea împreună fiind selectate și evaluate prin prisma valorii pe piață, mărimii piețelor. Procesele de analiză, de cercetare a pieței au fost și ele sistematizate și structurate obținând caracteristici de tehnologie de marketing. Presiuni asupra costurilor și performanțelor activităților întreprinderilor exercită trei tipuri de tehnologii: de fabricație, de produs, de marketing.

Anii 70 pot fi considerați convențional anii dezvoltării conceptului de strategie, concept care prevede stabilirea de către întreprindere a unui ansamblu de obiective economice, tehnologice, de produs, de afaceri etc., a ansamblului de acțiuni ce trebuie întreprinse pe diferite orizonturi de timp (pe termen scurt – 1...2 ani, pe termen mediu – 3...5 ani, pe termen lung – mai mult de 5 ani) și a modurilor de alocare a resurselor în vederea menținerii competitivității și a dezvoltării viitoare a companiei. Sistematizarea și structurarea proceselor conceptului de strategie au dus la formarea și aplicarea tehnologiei specifice acestui domeniu. Activitatea întreprinderilor este determinată, astfel, de patru factori tehnologici: fabricație, produs, marketing, strategie.

Anii 80 sunt considerați convențional anii stabilirii conceptului de calitate definită ca un ansamblu de proprietăți ce îndeplinește cerințele, iar cerința este o nevoie, o necesitate sau așteptare declarată, în general implicită sau obligatorie. Ca și în cazurile precedente

conceptul finalizează cu acțiuni sistematizate și structurate, cu caracteristici de tehnologie a calității. Este suficient de amintit de structurarea procesului de calitate conform ciclului Deming (Planifică – Efectuează – Verifică - Acționează). La această etapă, presiuni asupra costurilor și performanțelor activităților întreprinderilor exercită interacțiunea a cinci tipuri de tehnologii: de fabricație, de produs, de marketing, de strategie, de calitate.

Anii 90 s-au manifestat prin segmentarea puternică a piețelor, astfel încât a fost formulată o nouă transformare strategică de succes - "de la producția de masă la personalizarea în masă". Personalizarea în masă a produselor, serviciilor, tehnologiilor este rezultatul diversificării evolutive a acestora sub acțiunea conceptelor de marketing, strategie, calitate etc. Cele cinci tipuri de tehnologii (de fabricație, de produs, de marketing, de strategie, de calitate) interacționează în cu totul alte condiții de piață.

Producția cu un nivel înalt de productivitate, marketingul bine dezvoltat, analizele cu efecte strategice, implementarea sistemelor de asigurare a calității în condițiile unor piețe puternic segmentate dar globalizate – toate împreună au scos la ordinea de zi în anii 00 problema Inovării și Transferului tehnologic în calitate de factori de influență majoră asupra dezvoltării tehnologice industriale. Astfel, raportul Organizației Națiunilor Unite pentru Dezvoltarea Industrială (United Nations Industrial Development Organization – UNIDO) pentru anii 2002/2003 este intitulat "Competitivitate prin inovare și învățare" (Competing through innovation and learning).

Anii 10 s-au soldat cu inițierea unei serii de concepte de dezvoltare industrială bazate pe digitalizare și informatizare integratoare, primul și cel mai popularizat fiind „Industry 4.0” (Germania, 2010). Principiile și tehnologiile inovative ale Industriei 4.0 reprezintă factori tehnologici de care trebuie să se țină cont la selectarea și evaluarea tehnologiilor. Spectrul de tehnologii ale industriei 4.0 este suficient de larg, se dezvoltă în timp și include: roboți autonomi și colaborativi, realitate augmentată, simulare/gemeni digitali, tehnologii de fabricare aditive, integrare orizontală și verticală, securitate cibernetică, internet industrial al obiectelor (IIoT), computerizare în nori (cloud computing), analize a datelor mari (big data analytics) și inteligență artificială, fabricație în nori (cloud manufacturing), M2M (machine to machine - comunicare directă între mașini, dispozitive) etc.

Trebuie menționate tehnologiile ciclului de viață al produsului - CVP (marketing, proiectare conceptuală, proiectare constructivă, proiectare tehnologică, fabricație, control/testare/încercare, exploatare, lichidare) și tehnologiile de suport informațional al CVP (CAD, CAE, CAPP, CAM, CNC, PDM, PLM etc.).

Transferul/dezvoltarea tehnologică se produce și pe căile determinate de purtătorii de competențe tehnologice înglobate în echipamentele și utilajele tehnice (technoware), personalul (humanware), înregistrările informaționale (infoware) și în caracteristicile specifice organizatorice (orgware).

Lucrarea a fost inițiată pornind de la faptul că practica transferului tehnologic implică tot mai frecvent luarea în considerare a unui spectru de factori tehnologici foarte vast, multidisciplinar, distribuit pe diferite niveluri ierarhice ale proceselor în întreprindere și în cele din urmă determină imaginea și locul întreprinderii în spațiul concurențial - piața.

Factorii tehnologici sunt integrați într-un sistem prin legături de inter-influente reciproce bilaterale și multilaterale. Transferul tehnologic realizat întru dezvoltarea unui factor tehnologic iminent modifică și alți factori de sistem, astfel încât și această modificare - reacție servește ca criteriu de eficacitate și de eficiență a transferului tehnologic.

**Scopul tezei de doctorat** constă în dezvoltarea metodei, criteriilor și mecanismelor de selectare și evaluare a tehnologiilor specifice construcției de mașini bazate pe măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice, funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică și a efectelor acestora asupra factorilor tehnologici, inclusiv în noile condiții de dezvoltare industrială.

**Ipoteze de cercetare.** Locul central al tuturor factorilor tehnologici menționați mai devreme, indiferent de natură, aparține caracterului artificial, adică dezvoltării determinate de obiective bine definite și rezultate măsurabile formulate de către factorul uman. Măsurabilitatea este strâns legată de noțiunea de proprietate, iar capacitatea de a atinge obiectivele și de a le transforma în realități măsurabile este definită în teoria sistemelor ca funcție.

**Obiectivele cercetării.** Pentru realizarea scopului cercetării, pornind de la ipotezele formulate, au fost definite următoarele obiective ale cercetării: identificarea mecanismelor de asigurare a măsurabilității tehnologiilor și a efectelor tehnico-economice ale utilizării tehnologiilor; identificarea și cercetarea sistemului de factori pentru definirea și caracterizarea funcțiilor tehnologice, funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică și a efectelor acestora; identificarea factorilor de evaluare și măsurare a proprietăților funcțiilor tehnologice și funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică în contextul conceptului Industrie 4.0; identificarea factorilor de amplificare a transferului tehnologic în condițiile actuale industriale din Republica Moldova; dezvoltarea și validarea unei metode sistemice de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare în construcția de mașini și ușor accesibile și adaptabile la nevoile specifice ale companiilor.

**Delimitări.** În lucrare este abordată problematica selectării și evaluării tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare atât la nivel general și comun tuturor ramurilor de producție, cât și la nivel specific determinat de substanța fizico-tehnică a tehnologiilor în ramura construcției de mașini materializate în:

- ✓ produse mecanice bazate pe fenomenele forței, cinematicii, dinamicii, interacțiunilor solid - solid și solid - fluid, materiale;
- ✓ procese și tehnologii de turnare, injecție, matrițare, ștanțare, așchiere, asamblare, neconvenționale, aditive etc.

**Noutatea și originalitatea științifică** constă în: dezvoltarea conceptului de funcție tehnologică bazată pe măsurabilitatea tehnologiilor prin variația proprietăților provocate de reorganizarea funcțiilor interne ale operatorului, interfeței și operandului; dezvoltarea conceptului de funcție de transfer/dezvoltare tehnologică bazată pe interacțiunea interfațată a factorilor de mediu tehnologic; identificarea sarcinilor de transfer tehnologic al cuplelor tehnologie specifice construcției de mașini – tehnologie Industrie 4.0 și specificarea caracteristicilor transferului tehnologic în condițiile actuale industriale din Republica

Moldova; dezvoltarea unei metode sistemice de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer bazată pe criterii, descriptori de performanță și filtre. Este de menționat faptul că instrumentarul funcției tehnologice și al funcției de dezvoltare tehnologică este utilizat în premieră la evaluarea tehnologiilor pentru transfer. Cel puțin, sursele bibliografice analizate nu conțin astfel de utilizări.

**Problema științifică soluționată** constă în demonstrarea măsurabilității tehnologiilor prin proprietățile obiectelor în interacțiune orientată, prin mecanismul de interacțiune dintre obiecte cu interfațare și cu formarea funcției tehnologice, legităților de manifestare a funcțiilor tehnologice prin reorganizarea funcțiilor interne ale operatorului, interfeței și operandului, mecanismelor de definire și de măsurare a proprietăților funcțiilor tehnologice, mecanismelor de transfer-dezvoltare tehnologică în cuplele: tehnologie specifică construcției de mașini – tehnologie Industrie 4.0, fapt care a condus la elaborarea și implementarea metodei sistemice multistrat de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer în construcția de mașini bazată pe criterii și descriptorii de performanță originali.

#### **Rezultatele științifice înaintate spre susținere:**

- măsurabilitatea tehnologiilor bazată pe proprietățile obiectelor în interacțiune orientată;
- modelul interacțiunii dintre obiecte cu interfațare și formarea funcției tehnologice și funcției de transfer/dezvoltare tehnologică;
- legitățile de manifestare a funcțiilor tehnologice și a funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică prin reorganizarea funcțiilor interne ale operatorului, interfeței și operandului;
- mecanismele de definire și de măsurare a proprietăților funcțiilor tehnologice și a îmbunătățirii acestora în mediul tehnologic al fabricației inteligente;
- precizarea sarcinilor de transfer/dezvoltare tehnologică în cuplele: tehnologie specifică construcției de mașini – tehnologie a Industriei 4.0;
- determinarea specificului caracteristicilor transferului/dezvoltării tehnologice în condițiile actuale industriale din Republica Moldova;
- metoda sistemică multistrat de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer în construcția de mașini;
- criteriile și descriptorii de performanță elaborați pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor în construcția de mașini;
- rezultatele obținute în urma unui studiu de caz de implementare a metodei.

**Semnificația teoretică** constă în dezvoltarea și cercetarea unei noi abordări de proces cu caracteristici măsurabile la selecția și evaluarea a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare.

**Valoarea aplicativă** a lucrării constă în dezvoltarea metodei și a instrumentelor de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare în cadrul întreprinderilor constructoare de mașini și aprobarea acesteia prin implementarea în una din întreprinderile din RM. Metoda poate fi ușor aplicată pentru orice tip de tehnologii.

**Aprobarea rezultatelor științifice ale cercetării.** Rezultatele cercetărilor au fost prezentate, discutate și aprobate la următoarele manifestări științifice naționale și internaționale: Innovative Manufacturing Engineering & Energy International Conference - IManE&E2018, May 31 – June 2, 2018, Chisinau, Republic of Moldova; Scientific Horizon in the Context of Social Crises Conference, February 6-8, 2021, Tokyo, Japan; Târgul Internațional de Inovație și Educație Creativă pentru Tineri – 2022, Suceava; 15th International Technology Transfer Conference, October 10-14, 2022, Ljubljana, Slovenia.

**Implementarea rezultatelor științifice** a avut loc în cadrul Institutului de Tehnică Agricolă „Mecagro”, Republica Moldova, care a acceptat și a utilizat instrumentarul elaborat de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru tehnologiile de produs în cadrul proiectului de cercetare aplicativă „Mijloace tehnice competitive pentru tehnologii agricole durabile” realizat în perioada 2020-2023.

**Publicații la tema tezei.** Rezultatele cercetării au fost publicate în 8 articole, 5 dintre care - în reviste științifice naționale recunoscute dintre care: categoria B+ – 2 (Journal of engineering science); categoria B – 2 (Intellectus, Revista științifică Vector European), iar 3 - în culegeri ale conferințelor științifice internaționale (15th International Technology Transfer Conference, October 10-14, 2022, Ljubljana, Slovenia; Scientific Horizon in the Context of Social Crises Conference, February 6-8, 2021, Tokyo, Japan; Innovative Manufacturing Engineering & Energy International Conference - IManE&E2018, May 31 – June 2, 2018, Chisinau, Republic of Moldova).

**Volumul și structura tezei.** Lucrarea include introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 132 titluri, 6 anexe, 121 de pagini de text de bază, 43 figuri și 9 tabele.

**Cuvinte-cheie:** tehnologie, transfer tehnologic, proprietate, interfață, funcție tehnologică, funcție de transfer/dezvoltare tehnologică, evaluare și selectare, criterii de evaluare și selectare, descriptori de performanță, Industrie 4.0, fabricație inteligentă.

## CONȚINUTUL TEZEI

În **Introducere** sunt prezentate actualitatea și importanța temei de cercetare, scopul și obiectivele tezei, este argumentată noutatea științifică și valoarea practică a lucrării.

**Capitol I** intitulat **Analiza metodelor utilizate pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor** prezintă o analiză detaliată a problematicii dezvoltării tehnologice, a metodelor și criteriilor de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer și dezvoltare.

**Tehnologie și modele de tehnologie.** Fără a cunoaște bine ce reprezintă o tehnologie, care sunt sursele și purtătorii de tehnologie, cum se manifestă o tehnologie este greu de realizat evaluarea mai ales bazată pe măsurare [1]. Actualmente, tehnologia este tratată ca "suma tehnicilor, abilităților, metodelor și proceselor utilizate în producția de bunuri sau servicii..." sau ca "totalitatea instrumentelor, mașinilor, sistemelor și proceselor utilizate în activitățile practice și în inginerie" [2, 3]. Tehnologiile sunt entități de proces destinate reproducerii funcțiilor artificiale [4]. „Artificialul” arată ca entitățile sau sunt create de om,



sau sunt naturale, dar sunt utilizate altfel decât "natural". "Funcția" se referea la modul de utilizare a lucrurilor.

Sharif N. [5] a specificat 4 forme purtătoare de tehnologie: tehnică (technoware), umană (humanware), informațională (infoware) și organizatorică (orgware). Cele patru componente menționate pot fi luate ca bază pentru a înțelege complexitatea și multidisciplinaritatea tehnologiilor și a proceselor de evaluare a acestora pentru transfer și/sau dezvoltare.

**Metode și criterii de selectare și evaluare a tehnologiilor.** Transferul de tehnologie este parte componentă a managementului tehnologic, care este „un proces, care include planificarea, conducerea, controlul și coordonarea dezvoltării și implementării capacităților tehnologice pentru a modela și îndeplini obiectivele strategice și operaționale ale unei organizații” [6].

Procesul de selectare și evaluare a tehnologiilor asistă transferul tehnologic și răspunde la problemele identificării celor mai optimale tehnologii propuse spre transfer în cadrul întreprinderilor și industriilor.

Metodele sunt utilizate pentru extragerea și tratarea informațiilor relevante despre o problemă tehnologică, deoarece realitatea este și ea una complexă de gestionat în întregime. Prin urmare, orice metodă, întotdeauna va reprezenta doar o parte din realitatea pe care intenționează să o reflecte și poate produce doar un rezultat optim în propriul său cadru particular [7].

Conform autorilor lucrării [8], următoarele șase aspecte sunt cele mai importante într-o metodă de selectare și evaluare a tehnologiilor: realismul, capacitatea, flexibilitatea, utilitatea, costurile, computerizarea ușoară.

În lucrarea [9] au fost prezentate „bunele practici” pentru instrumentele de management tehnologic la selectarea și evaluarea tehnologiilor, precum: robust (teoretic posibil și fiabil); economic, simplu și practic de implementat; integrat în alte procese și instrumente ale afacerii; flexibil (adaptabil pentru a se potrivi contextului particular al afacerii și mediului său).

Autorii lucrărilor [10] împart metodele de evaluare în următoarele cinci categorii: metode financiare, strategii de afaceri, diagrame cu bule (sau hărți de portofoliu), metode de punctaj, liste de verificare. Se poate de spus că numai primele două menționate pot fi tratate în calitate de metode, iar ultimele trei reprezintă instrumente de analiză a informațiilor.

*Categorii de criterii.* Autorii lucrărilor [11] scot în evidență criteriile cu efecte: financiare (rentabilitatea, fluxul de numerar, costurile etc.); asupra consumatorilor (valoarea de piață, satisfacția părților interesate, momentul comercializării etc.); asupra proceselor interne (contribuție la competențele de bază, corespundere cu misiunea și obiectivele strategice ale companiei); asupra competențelor resurselor umane, sistemelor și proceselor; asupra riscurilor și incertitudinii (probabilitatea succesului tehnic și comercial etc.). Un aspect complementar și similar este utilizat în lucrarea [12], dar măsurile sunt specificate în variații, sensibilități.

Dificultatea în măsurarea și evaluarea costurilor și beneficiilor crește când legăturile "cauză-efect" se schimbă de la directe la indirecte și de la tangibile (ușor măsurabile) la intangibile (măsurabile intermediat, imagine, poziție etc.). Variantele de organizare a criteriilor de evaluare a tehnologiilor pot fi: *direct și tangibil, indirect și tangibil, intangibil*.

Este imposibil de definit un anumit set de criterii adecvate pentru toate circumstanțele, deoarece acestea se vor deosebi mult între ele în diferite companii și pentru diferite tehnologii. Există foarte multe criterii utilizate pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor de diferite tipuri și în diferite condiții, există și diferite moduri în care criteriile pot să fie organizate, ordonate [12].

**Metode cu criterii multiple de selectare și evaluare a tehnologiilor.** Un model decizional multicriterial pentru evaluarea tehnologiilor pentru transfer este foarte important și util. Există un șir de metode de luare a deciziilor multicriteriale ca instrument central pentru obiectivarea analizei și luării deciziilor în procesul de evaluare și selecție a tehnologiei [13, 14, 15, 16]. Metodele multicriteriale configurează o familie de instrumente de analiză care s-au manifestat relevant în analiza alternativelor tehnologice pe baza stabilirii, evaluării și ponderării criteriilor omogene sau eterogene [17, 18].

Evaluarea potențialului de performanță poate fi realizată prin aplicarea metodei de ierarhizare analitică a procesului (Analytic Hierarchy Process – AHP) [19]. Ierarhizarea se referă la un model de selecție a tehnologiilor bazat pe un proces progresiv, care prevede definirea obiectivelor strategice, identificarea tehnologiilor avansate, identificarea atributelor-cheie ale acelor tehnologii și, în final, evaluarea și selecția.

Ierarhizarea tehnologiilor prin metoda AHP pentru transfer este cu atât mai eficientă cu cât este mai bine structurată echipa pluridisciplinară constituită pentru luarea deciziilor și mai bine sunt definite și structurate etapele procesului de evaluare a tehnologiilor. Efecte pozitive au fost demonstrate în lucrarea [20] ținându-se cont de aspectele tehnologice, organizaționale, de marketing și de afaceri. Ierarhizarea bazată pe o analiză aprofundată a caracteristicilor tehnologiei pe criteriile de inovație, semnificație, potențial de extindere, durabilitate, beneficii și riscuri a fost abordată în lucrarea [21]. Ierarhizarea bazată pe cuantificarea riscurilor și beneficiilor intangibile a fost realizată într-un studiu privind selecția tehnologiilor avansate de fabricație [22].

**Instrumente de suport în evaluarea tehnologiilor.** Un suport eficient de măsurabilitate calitativă a tehnologiilor a fost oferit de NASA prin *Nivelurile de Pregătire Tehnologică (Technology Readiness Level – TRL)*, ulterior adaptate la necesitățile industriale [23]. Nivelurile de pregătire tehnologică (TRL1 - TRL9) reprezintă un sistem structurat de măsurare care susține evaluarea maturității unei anumite tehnologii, asigură compararea maturității diferitelor tipuri de tehnologie, fiind, astfel, un mijloc util de evaluare a riscului asociat cu dezvoltarea ulterioară a tehnologiei. TRL este o scală de evaluare a dezvoltării tehnologiei și nu poate fi aplicată direct pentru compararea diferitor tehnologii în sensul priorităților la transfer.

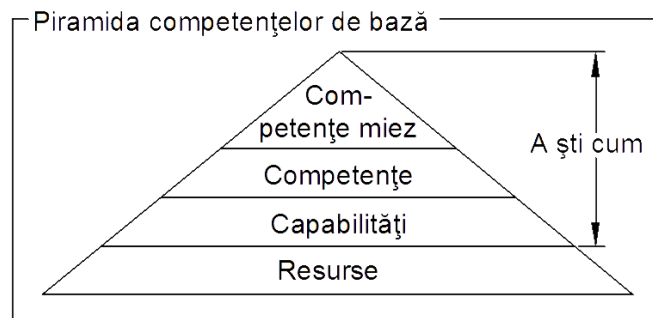
Succesul unei tehnologii nu se regăsește în propriile sale limite, tehnologia trebuie să se manifeste în cadrul produselor, sistemelor de producție etc. Astfel, în mod similar cu nivelurile TRL au fost specificate Nivelurile de Pregătire a Fabricației (*Manufacturing*

*Readiness Level – MRL*), care reprezintă un sistem structurat de măsurare care susține evaluări ale maturității și riscurilor ce stau la baza proceselor de fabricație legate de o anumită tehnologie.

**Evaluarea tehnologiilor bazată pe maturitatea tehnologică.** Tehnologiile nu sunt întotdeauna suficient de mature pentru a fi utilizate eficace și eficient în sarcinile de producție, trec printr-o dezvoltare evolutivă, iar maturitatea lor crește în timp [25].

Tehnologiile pasibile dezvoltării, în special cele emergente, necesită investiții în resurse, capabilități, competențe de bază și specifice [26]. Aceste elemente constituie un sistem stratificat [24, 27] (fig. 1).

Competențele de bază reprezintă o sinteză a competențelor iminent selectate [24] pentru a stabili avantaje competitive, iar extinderea competențelor de bază este un factor-cheie de succes pentru companiile producătoare. Astfel, modelele de evaluare a tehnologiilor trebuie să urmărească determinarea maturității tehnologiei unei companii, a resurselor, capabilităților, competențelor.



**Fig. 1. Configurarea competențelor de bază și specifice, reprodus după [24]**

Pentru a evalua maturitatea unei tehnologii bazate pe capabilități și competențe trebuie luată în considerare evoluția, dezvoltarea acestora în timp, care poate fi descrisă prin modelul ciclului de viață al tehnologiei constituit din patru etape diferite: tehnologia inovativă, tehnologia-cheie, tehnologia standard și tehnologia depășită (de înlocuit) [24]. Evaluarea capabilităților și competențelor tehnologice ia în considerare patru aspecte: direcția și specificațiile strategiei competitive orientate spre tehnologie, structurile de produse și sistemele de produse actual necesar de fabricat, procesele de bază tehnologice ale companiei, structurile tehnologiilor și ale capabilităților [24].

O altă direcție de evaluare a capabilităților și competențelor tehnologice prevede dezvoltarea unui cadru de referință pentru a îndemna companiile de a se alinia la tehnologia informației în obiectivele de afaceri prin identificarea sistematică a competențelor de bază [27].

Capabilitățile tehnologice sunt determinate și influențate fie de factori externi ai companiei cum ar fi concurența, schimbarea tehnologică și politica guvernamentală, fie de factori interni, cum ar fi cercetarea și dezvoltarea, experiența de lucru și formarea la locul de muncă [28].

Evaluarea maturității tehnologiilor este un proces complex și multilateral, dar, în cele din urmă, pentru a compara alternativele tehnologice este nevoie de o singură valoare comparativă. Astfel, pot interveni cu succes instrumentele mixte de evaluare cu atribuirea punctajelor.

**Evaluarea tehnologiilor prin funcția tehnologică.** Funcția tehnologiei este tratată ca partea activă și artificială a tehnologiei, care face ca tehnologia să se manifeste în felul și la dimensiunile așteptate. Artefactele tehnologice, adică ansamblurile de materiale, procesele, aparatele și instrumentele conțin și/sau generează fenomene fizico-tehnice care produc funcționarea acestora (artefactelor), funcționare perceptibilă și măsurabilă, adică manifestări de funcții tehnologice. Pentru ca un artefact tehnologic să-și îndeplinească funcția (funcțiile) tehnologică dorită, cercetătorii și inginerii urmăresc să producă și să amplifice proprietățile care sunt manifestări ale funcționării corespunzătoare și să excludă, să limiteze, să modifice, să diminueze apariția proprietăților care sunt manifestări ale defectiunii sale [29]. Or, proprietățile pot fi măsurate și pot servi în calitate de suport la evaluare.

Funcțiile tehnologice specifice pot fi analizate prin prisma a patru fenomene caracteristice: universalitatea, posibila lipsă de succes, restricții fizice și inovație [29]. Aceste fenomene se reflectă în patru deziderate ale funcțiilor tehnologice care specifică faptul că: (1) artefactele au un număr limitat de funcții proprii durabile și de funcții accidentale (dezideratul propriu-accidental); (2) ideile despre funcționarea corectă a unui artefact pot să nu reflecte funcționarea reală a acestuia (deziderat defectuos); (3) există argumente de sprijin pentru atribuirea unei funcții unui artefact (deziderat de susținere); (4) proiectanții și utilizatorii au capacitatea de a atribui intuitiv funcții corecte artefactelor inovatoare (deziderat de inovare). Clasificarea dată se referă la legătura deloc simplă dintre artefact (obiect) și funcțiile acestuia în aspectele: natural - artificial, tradițional - netradițional (inovativ), util - inutil sau dăunător etc.

**Factorii ce determină succesul adoptării tehnologiilor avansate.** Avantajele companiilor din țările industrial dezvoltate de la implementarea tehnologiilor avansate sunt mari, dar de durată scurtă, deoarece companiile din țările în curs de dezvoltare nu investesc în cercetări, dar asimilează rapid noile cunoștințe și tehnologii și le aplică la eficiență înaltă. Mai multe companii din Republica Moldova pot beneficia de aceste oportunități, deoarece o bună parte activează în calitate de filiale ale companiilor din țările dezvoltate cu tehnologii moderne sau produc pentru export în aceste țări.

Astfel, în prim plan se plasează capacitățile dinamice de a reconfigura, redirecționa, transforma și integra în mod adecvat competențele proprii de bază existente cu resursele externe și complementare pentru a face față provocărilor concurenței și situațiilor ce se schimbă rapid sub presiunea timpului. Conform UNIDO dezvoltarea tehnologică a țărilor în curs de dezvoltare, dar și a celor slab dezvoltate este condiționată de: crearea capacităților de bază, modernizarea și integrarea resurselor tehnologice, crearea și modernizarea infrastructurii digitale, depășirea decalajului de capacitate digitală, accesul la tehnologii și accesibilitatea acestora [30].

Eficiența adoptării tehnologiilor avansate de către companii este determinată de mai mulți factori de succes, fiecare dintre care este constituit din elemente - subfactori. Dintre factorii de bază pot fi menționați: strategia, organizația, managementul de vârf, tehnologia și mediul [31].

**Transferul/dezvoltarea tehnologică în condițiile actuale industriale.** Dorința de dezvoltare trebuie susținută prin capacități de absorbție a tehnologiilor noi, capacități ce trebuie pregătite tehnico-tehnologic (technoware), organizatoric (orgware), informațional (infoware) și uman (humanware). Or, aceste capacități sunt foarte diferite în lumea modernă de azi și în contextul digitalizării economiilor.

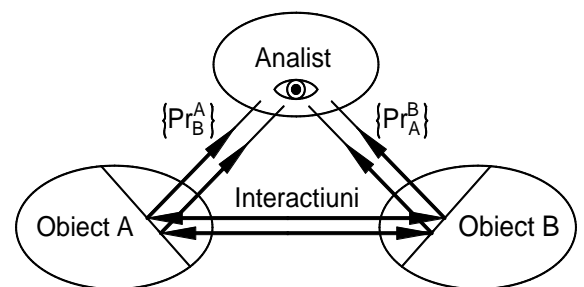
O problemă-cheie a țărilor, în care majoritatea producției se află preponderent în domeniul analogic, este cum ar putea să urce pe scara tehnologică. Deschiderea digitală masivă prin instrumente neindustriale face ca companiile să poată sări peste câteva generații de tehnologii sau să treacă direct la cele mai avansate. Diferențele dintre capacități, dotări și eforturi tehnologice, dintre caracteristici organizaționale și condițiile infrastructurale și instituționale interne nu numai că explică de ce unele companii și țări reușesc să urce pe scara digitală a tehnologiilor, dar și demonstrează că avansarea este posibilă [32]. Sunt necesare strategii, sprijin ghidat, foi de parcurs pentru a ajuta companiile să adapteze cu efecte bune tehnologiile digitale cheie. O abordare - cadru structurată pe etape poate servi ca instrument decizional, ca ghid pentru selectarea tehnologiilor și strategiilor adecvate de implementare a acestora.

În capitolul II intitulat **Evaluarea și măsurarea funcțiilor tehnologice, funcțiilor de dezvoltare tehnologică** se definesc noțiunile de funcție tehnologică, de funcție de transfer/dezvoltare tehnologică, se caracterizează procesele de manifestare și de utilizare a acestora pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor în noile condiții de dezvoltare industrială.

**Proprietățile obiectelor ingineriei mecanice și industriale și manifestarea acestora.**

Evaluarea tehnologiilor pentru transfer trebuie să se facă în baza unor mărimi ce pot fi clar identificate, măsurate, comparate. În acest sens, foarte atractivă este noțiunea de *proprietate*. În procesul de transfer, noțiunea de *proprietate a tehnologiei* devine una fundamentală, deoarece anume proprietatea este cauza inițierii transferului, este și elementul principal de evaluare și măsurare [33, 34].

Proprietatea reprezintă un moment de determinabilitate calitativă proprie a unui obiect, care prin interacțiunea (stabilirea legăturilor) cu un alt obiect se desprinde de propriul fundament, pătrunde în acel alt obiect, dobândește în și prin acesta vizibilitate și există deja pe bază străină, pe purtător străin [34] (fig. 2). Interacțiunea este reciprocă, astfel încât în ochii analistului se manifestă atât proprietatea obiectului A în baza B ( $Pr_B^A$ ), cât



**Fig. 2. Formarea proprietăților obiectelor în interacțiunea „de ogindire” între obiectele A și B [34]**

și proprietatea obiectului B în baza A ( $Pr_A^B$ ). Obiectele își manifestă proprietățile în interacțiune cu alte obiecte prin schimbările ce se produc reciproc. Or, numai prezența sau lipsa unor schimbări poate fi observată prin comparație a ceea ce a fost și ceea ce este. În

domeniile ce țin de tehnologie și tehnică, de procese și produse, de industrie și întreprinderi pot fi luate în considerare o mulțime de obiecte [34]: *fizico-tehnice materiale, fizico-tehnice energetice, procese fizico-tehnice.*

Sunt de menționat și obiectele imateriale, care oferă un fundament general-metodologic pentru dezvoltarea noilor tehnologii și produse industriale [34]: *obiecte geometrice, obiecte - procese, obiecte organizatorice, obiecte programe, timpul, obiecte - fenomene tehnico-economico-sociale, obiecte - concepte, obiecte - teorii.*

Interacțiunea nu reprezintă o sursă de apariție a proprietăților obiectelor, ci numai o condiție de manifestare a acestora prin inițierea interacțiunii propriu-zise, selectarea mecanismului interacțiunii și prin selectarea interfeței interacțiunii.

Interacțiunea poate fi definită ca un impuls specific material și/sau de energetic și/sau informațional produs de unul din obiectele cuplului și perceput, suportat de celălalt obiect al cuplului. Efectul perceperii, suportului impulsului de către cel de-al doilea obiect este și el un impuls de reacție perceput și suportat de primul obiect.

*Mecanismul interacțiunii* caracterizează calitativ și cantitativ impulsul specific, modalitățile și parametrii interacțiunii, reprezentând astfel forma concretă a interacțiunii, o variantă din multele posibile.

*Interfața interacțiunii.* Noțiunea *interfață* este comuna domeniilor ingineriei mecanice, ingineriei sistemelor, având și o utilizare universală, uzuală pentru toată lumea. Fiecare domeniu lasă o amprentă specifică, astfel ingineria mecanică formulează interfața în mai multe variante [33, 34]: locul de trecere a interacțiunii dincolo de limitele spațiale ale obiectelor; o relație fizică sau funcțională de împerechere între două obiecte prin care se produce interacțiunea; un mijloc facilitator ce face posibilă realizarea interacțiunii dintre două obiecte; o relație intenționată de interacțiune între două obiecte; locul unde apar proprietățile; mijlocul prin care obiectul poate fi conceput pentru a îndeplini anumite cerințe funcționale; orice relație fizică sau logică necesară pentru a reuni granițele obiectelor, inclusiv a obiectului cu mediul extern al lui. Altă abordare consideră că interfața este un obiect în sine, care în același timp unește obiectele și le separă. Fiind ceva separat, interfața este constituită din obiectele în interacțiune și este una complexă [33, 34].

**Funcția tehnologică.** Interacțiunile dintre obiecte pot fi naturale cu efecte utile sau fără ele, dar pot fi și inițiate, organizate, realizate intenționat de către om, fiind artificiale, reprezentând începutul oricărei tehnologii.

Inițial este formulat obiectivul tehnologic, care reprezintă o stare a unui obiect-țintă, un set de proprietăți al acestuia  $\{Pr^V\}$  ce poate fi realizat prin acțiune orientată. Caracterul obiectivului este unul imaginar, virtual, încă inexistent real, corespunde întrebării „ce?” și nu prevede răspunsuri la alte întrebări cum ar fi „cum?” și „din ce?” [34]. Fiind specificat un purtător adecvat de sarcină tehnologică, obiectivul cu setul de proprietăți imaginare se transformă și își însușește un set de proprietăți finale reale. Astfel, sarcina tehnologică definește o cerință, iar funcția tehnologică definește realitatea în care se îndeplinește sarcina, adică reprezintă un răspuns cerinței.

Modalități de acționare sunt mai multe, dar se alege una singură, astfel se obține concret și univoc răspunsul la întrebarea „cum?” (fig.3). Acțiunea, la rândul său, poate fi

realizată de mai multe obiecte purtătoare de sarcini tehnologice și urmează alegerea numai a unuia.

Fiind definite acțiunile, se alege purtătorul de sarcini tehnologice, se alege mecanismul și interfața interacțiunilor, sunt inițiate acțiunile, sunt stabilite legăturile, se observă și se înregistrează modificările proprietăților, se verifică prin testare proprietățile finale reale.

Modificarea necesară a proprietăților se face prin sarcini tehnologice. O sarcină tehnologică reprezintă diferența ce trebuie să fie acoperită prin acțiune între o stare inițială reală dată și o stare intermediară sau finală virtuală, posibilă, imaginară [33].

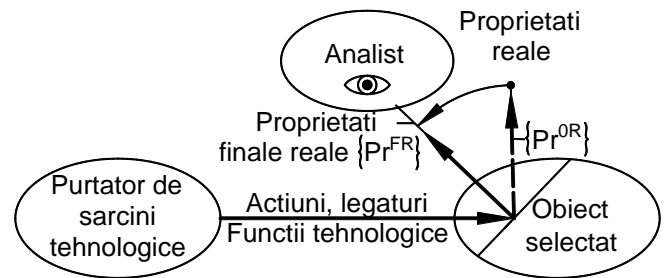
Se observă că acțiunile purtătorului de sarcini tehnologice au și o reacție pe aceleași sau pe alte canale fizice, devenind astfel obiect cu proprietăți în proces de modificare. În ambele obiecte se produc fenomene cu efecte observabile și analiza poate fi axată pe unele sau altele dintre ele (fig. 3).

*Funcția tehnologică caracterizează capacitatea purtătorului de sarcini tehnologice de a efectua modificările proprietăților inițiale reale ale unui obiect în proprietățile acestuia finale tot reale.*

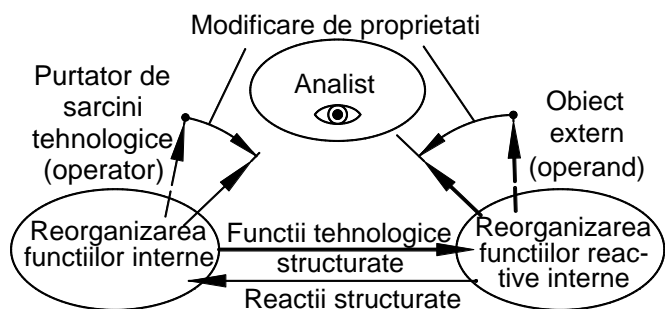
Tehnologia, în acest context, poate fi definită ca un proces structurat în spațiu, ordonat în timp și orientat spre modificarea proprietăților obiectului - țintă.

În procesul de funcționare a tehnologiei se pot evidenția mai multe faze [33,34] (fig.4), cum ar fi:

- ✓ interacțiunea obiectului purtător de sarcini tehnologice cu un alt obiect extern, astfel fiind inițiată o funcție tehnologică;
- ✓ inițierea de către obiectul purtător de sarcini tehnologice a unui mecanism structurat în spațiu și timp de interacțiune cu obiectul extern;
- ✓ formarea unei interfețe structurate de interacțiune între obiectul purtător de sarcini tehnologice și obiectul extern;
- ✓ adaptarea reciprocă a obiectului purtător de sarcini tehnologice și a obiectului extern prin subordonare, adică prin modificarea intensivă a proprietăților obiectului extern, iar modificarea se produce prin reorganizarea funcțiilor interne ale acestuia;
- ✓ perceperea efectului reacției structurate de la obiectul extern de către structură internă a obiectului purtător de sarcini tehnologice;



**Fig. 3. Atingerea obiectivului prin sarcini tehnologice parțiale [34]**



**Fig. 4. Reacții suportate de purtătorul de sarcini tehnologice [34]**

- ✓ reorganizarea structurii funcțiilor interne ale obiectului purtător de sarcini cu repartizarea sarcinilor pe elemente funcționale și coordonarea acțiunilor pentru a asigura capacitatea acestuia să realizeze funcția tehnologică externă;
- ✓ reorganizarea structurii funcțiilor interne ale obiectului purtător de sarcini cu repartizarea sarcinilor pe elemente funcționale și coordonarea acțiunilor pentru a asigura capacitatea acestuia să realizeze funcția tehnologică externă;
- ✓ modificarea proprietăților obiectului purtător de sarcini tehnologice (simultan cu modificarea proprietăților obiectului extern) ca rezultat al reorganizării funcțiilor interne.

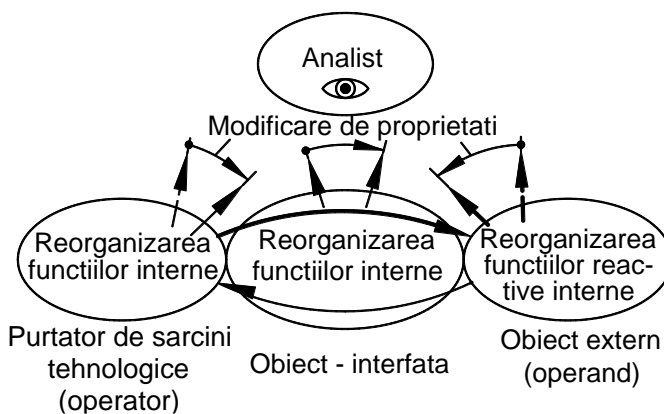
Funcțiile tehnologice structurate provoacă reacții structurate și reorganizarea funcțiilor interne atât al obiectului extern, cât și al purtătorului de sarcini tehnologice. În același timp, funcțiile tehnologice se manifestă prin interfețe comune obiectelor în interacțiune și acestea (interfețele) pot fi considerate obiecte separate. *Actul de realizare a funcției tehnologice include reorganizarea funcțiilor interne cu modificarea proprietăților a trei obiecte distincte: a purtătorului de sarcini tehnologice (operatorului), a obiectului extern (operandului) și a interfeței* (fig.5).

Dacă într-un proces de interacționare obișnuit, fără așteptarea unui rezultat dorit, stabilirea legăturilor este condiționată de compatibilitatea proprietăților obiectelor, atunci realizarea unei funcții tehnologice este posibilă dacă se respectă compatibilitatea și a structurilor funcționale interne ale obiectelor - factori (operator, operand, interfață).

#### **Definirea și măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice.**

Proprietățile în sine sunt importante, dar mai importantă este amploarea modificării acestora, amplificarea celor utile, diminuarea (blocarea) celor dăunătoare, formarea unor proprietăți noi etc. Acest lucru se constată prin măsurare. Măsurarea reprezintă un set de acțiuni cu utilizarea diferitelor tipuri de scale de măsurare.

*Măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice reale fizico-tehnice.* Obiectele cu caracter real fizico-tehnic pot fi puse în interacțiuni „pe viu” sau reprezentativ. Proprietățile reale ale funcțiilor tehnologice se manifestă atunci când atât purtătorul de sarcini tehnologice, cât și obiectul asupra căruia se acționează sunt reale. Aceste proprietăți sunt măsurate real, sunt veridice, dar au caracter particular cuplei de interacțiune utilizate. Pentru generalizări și pentru diminuarea numărului de proprietăți luate în considerare până la „suficient și necesar”, există practica proprietăților reprezentative evaluate și măsurate în condițiile unor teste standardizate. O proprietate reprezentativă este una similară cu proprietatea reală la un grad de veridicitate considerat acceptabil. Reprezentativitatea este o



**Fig. 5. Realizarea funcției tehnologice prin reorganizarea funcțiilor interne ale obiectului extern (operandului), purtătorului de sarcini tehnologice (operatorului) și a interfeței [34]**



evaluare a similitudinii proprietăților, pornind de la ideea că, odată ce sunt similare cauzele și efectele, trebuie să fie similare și proprietățile.

Exemplu de determinare a proprietăților reprezentative ale funcțiilor tehnologice de prelucrare mecanică pe centre de prelucrare CNC reprezintă măsurarea parametrilor geometrici de precizie ai unei piese standardizate (ISO 10791-7:2020) (fig.6). Tehnologiile aditive se bazează pe mult mai multe fenomene fizico-tehnice cu problematici specifice de creare a formelor obiectelor materiale. Pentru acest domeniu, care se dezvoltă foarte rapid, se elaborează artefacte de forme geometrice specifice funcțiilor tehnologice realizate.

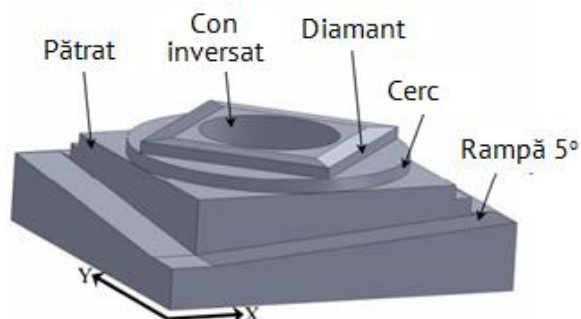
*Măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice ale obiectelor complexe imateriale.* Obiectele complexe imateriale se manifestă funcțional tehnologic în raport cu alte tehnologii prin imbalduri de dezvoltare, prin deschideri de noi posibilități și/sau alternative, prin provocare de interese tehnice, economice și sociale etc.

Mediul vital al tehnologiei este unul format din tehnologii coerente deja adaptate reciproc și funcționează echilibrat, dar și unul format din tehnologii noi, cum ar fi cele digitale, ce provoacă dezechilibrare pentru dezvoltare. Astfel, este generat un proces de co-evoluție tehnologie–mediu cu îmbunătățiri incrementale în alternanță.

Măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice ale obiectelor complexe imateriale se face frecvent prin scientometrie, care este un instrument de studiere cantitativă a evoluției domeniilor științifice, tehnologice, a conceptelor industriale prin statistici ale informațiilor publicate în anumite perioade de timp de referință (lucrări științifice teoretice și aplicative, citări etc.).

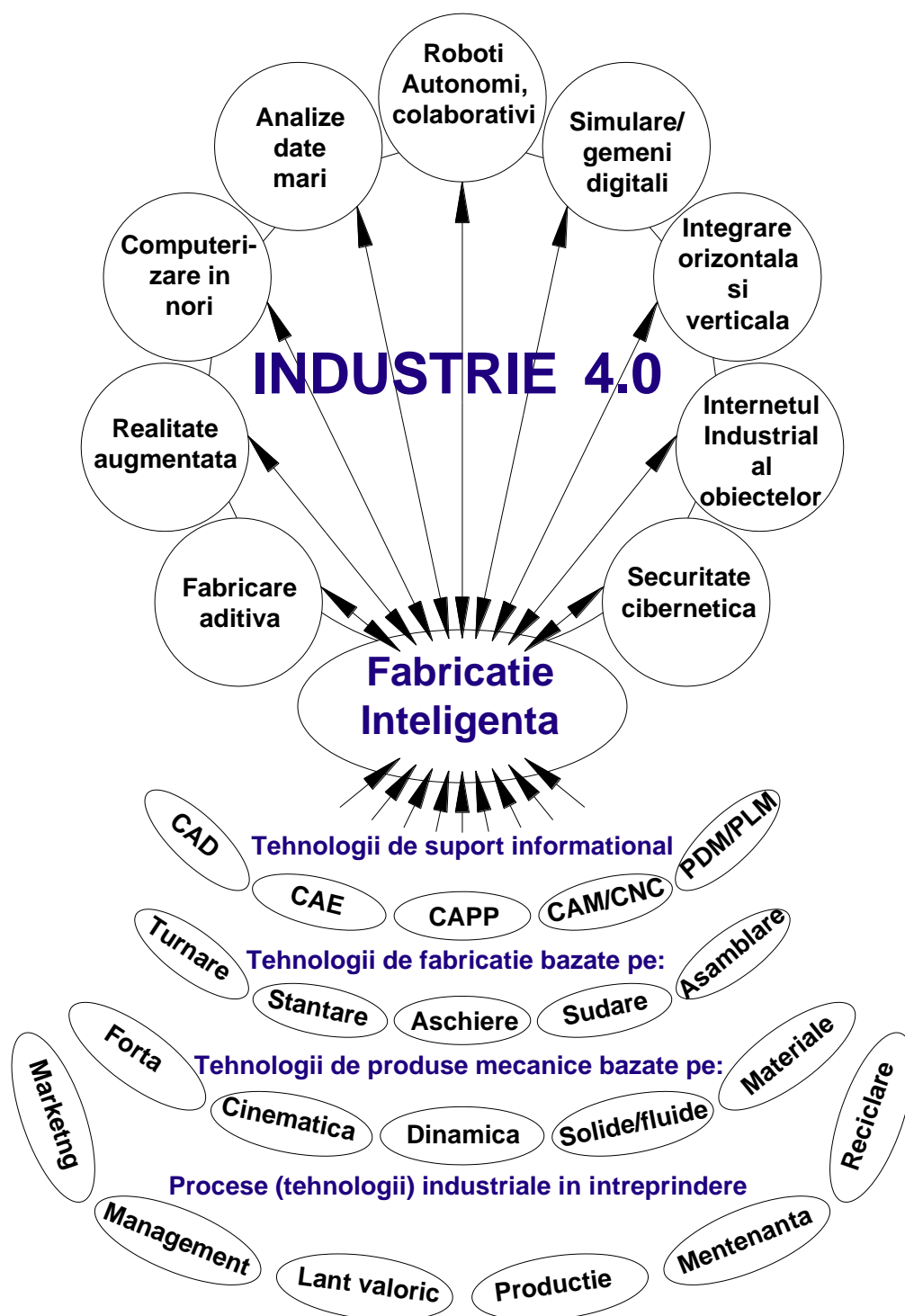
O altfel de măsurare este realizată prin analiza experiențelor de succes (așa-numitele „bune practici”), cu rezultate reale ale agenților economici exprimate în valori tehnico-tehnologice și economice. Valorile absolute deseori nu sunt suficient de semnificative, astfel fiind utilizată măsurarea sensibilității. Sensibilitatea reflectă formarea unei valori–efect neproportională valorii–cauză.

**Evaluarea și măsurarea proprietăților funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică în aspectele conceptului Industrie 4.0.** Conceptul Industrie 4.0 reprezintă un obiect complex imaterial cu influență majoră asupra dezvoltării tehnologiilor și asupra transferului tehnologic. În figura 7 este reprezentat schematic acest concept al Industriei 4.0 în interacțiune cu tehnologiile din ramura construcției de mașini. Fabricația inteligentă integrează procesele (tehnologiile) în întreprindere, tehnologiile de produse mecanice, tehnologiile de fabricație a obiectelor materiale, tehnologiile de suport informațional (proiectare asistată de calculator etc.) și tehnologiile digitale ale conceptului Industrie 4.0.



**Fig. 6. Artefact de prelucrat „cerc–diamant–pătrat” pentru stabilirea proprietăților funcțiilor tehnologice ale centrelor de prelucrare CNC**

În contextul fabricației inteligente, sistemul de tehnologii este unul mixt, dar funcționează într-un mediu digital foarte profund și larg (fig. 7) [35].



**Fig. 7. Tehnologiile Fabricației Inteligente și ale Industriei 4.0. Dezvoltare după [35]**

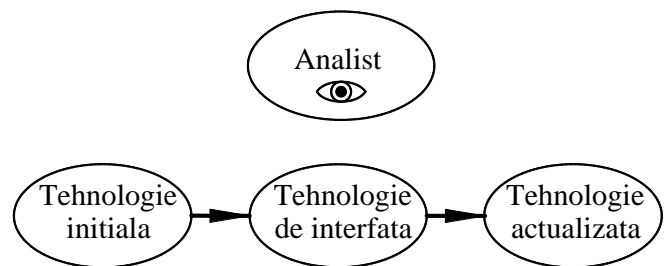
La dezvoltarea tehnologică prin transfer sau prin suport de cercetare–dezvoltare propriu, se va ține cont de perspectivele deschise de acest concept *Industria 4.0*, care sunt canalizate de șase principii de proiectare: descentralizare, virtualizare, modularitate, interoperabilitate, orientare către servicii, capacitate în timp real.

Tehnologiile-pilon ale Industriei 4.0 sunt determinate prin instrumente de scientometrie. Au fost specificate următoarele tehnologii-cheie ale Industriei 4.0 [35]:

roboți autonomi și colaborativi, realitatea augmentată, tehnologii de fabricare aditive, simularea/gemeni digitali, integrarea orizontală și verticală, securitatea cibernetică, internetul industrial al obiectelor (IIoT), computerizarea în nori (cloud computing), analiza datelor mari (big data analytics) (fig. 7). La această listă se mai poate adăuga inteligența artificială (deseori împreună cu analiza datelor mari), fabricația în nori (cloud manufacturing), M2M (comunicare directă între mașini, dispozitive) etc.

Pentru fiecare dintre tehnologiile Industriei 4.0, celelalte tehnologii reprezintă mediul extern, iar elementele proprii (tehnologiile parțiale) reprezintă mediul intern. În abordarea sistemică se consideră că "mediul intern și cel extern al sistemului sunt continui (mediul, în general, este continuu, iar divizarea în mediu extern și intern este relativă)", "componentele sistemului și sistemul în întregime se supun unor legi de dezvoltare (...acționează și se manifestă în comun în vederea realizării unor obiective bine definite) și "mediul extern reprezintă mediul de existență al sistemului de unde își ia resursele, iar mediul intern – mediul de viață" [33].

Se poate trage concluzia că interacțiunea dintre tehnologia inițială și cea actualizată se produce cu participarea mediului extern, constituit din alte tehnologii-factori, astfel încât tehnologiile din mediu pot și devin interfețe în structura funcției de transfer/dezvoltare tehnologică (fig. 8). Și, deoarece, orice schimbare în mediul tehnologic produce dezechilibru, se constată o dezvoltare tehnologică sistemică continuă provocată și susținută de instrumentele Industriei 4.0.



**Fig. 8. Modelul funcției de transfer/dezvoltare tehnologică (actualizarea tehnologiilor prin tehnologii-interfețe din mediul tehnologic)**

Pornind de la cele relatate se pot face două afirmații:

- *funcția de transfer/dezvoltare tehnologică poate fi definită ca capacitatea factorilor tehnologici externi să-și atribuie rol de purtător de sarcini tehnologice și să modifice proprietățile inițiale reale ale unei tehnologii în proprietățile acesteia finale tot reale;*
- *funcția de transfer/dezvoltare tehnologică se manifestă prin reorganizarea funcțiilor interne ale tehnologiei inițiale în funcții interne ale tehnologiei dezvoltate prin intermediul uneia sau mai multora tehnologii de interfață.*

Dezvoltarea modernă a tehnologiilor tradiționale construcției de mașini se datorează fenomenelor integrative dintre procesele în cadrul întreprinderilor datorită succeselor informatice și de comunicație. Totuși, esența proceselor caracteristice și specifice diferitor industrii rămâne în calitate de substanță, miez, nucleu. În așa mod, are loc și divizarea responsabilităților domeniilor industriilor concrete, pe de o parte, și a informaticii cu comunicarea, pe de altă parte. Tehnologiile menționate în figura 2.6 sunt de fapt duale, conținând atât instrument de procesare, cât și obiect instrumentat, dar specific ramurii industriale.

Atât construcția de mașini, cât și alte ramuri industriale sunt reprezentate în noul concept industrial de tehnologiile specifice proprii. În cazul construcției de mașini, aceste tehnologii sunt: turnarea, matrițarea, ștanțarea, așchieria, tratamentele termice, sudarea, asamblarea etc. Esența acestor procese este fizico-tehnică. Operanzii sunt obiecte din materiale metalice, plastice, compozite etc.. Operatorii sunt mașini-unelte, echipamente, scule etc. ce asigură solicitări preponderent mecanice asistate deseori de cele energetice. Proiectarea și conducerea proceselor este tot mai frecvent asistată de calculator (CAD, CAE, CAPP, CAM, CNC, PDM, PLM etc.).

**Condițiile de transfer/dezvoltare și implementare a tehnologiilor industriale digitale avansate.** Noțiunea de transfer vrea să sublinieze faptul că diseminarea tehnologiei se poate face către o entitate nouă tehnologiei, adică de la o companie la alta, de la un sector la altul, de la o ramură industrială la alta, de la o țară la alta, inclusiv în regim transfrontalier [36].

Dezvoltarea companiilor din domeniul construcției de mașini ce activează în Republica Moldova este determinată în mare măsură de transferul tehnologic prin investiții străine directe. Astfel, în ultima perioadă (începând cu anul 2006) au fost deschise filiale ale mai multor companii din țările industrial-dezvoltate. Activitatea acestor companii este axată pe proiectarea de produs și pe fabricație. Datorită utilizării programelor de calculator licențiate CAD/CAE/CAPP/CAM/PDM/PLM (deseori de pe serverele companiilor din țările dezvoltate), lucrului în echipe mixte de proiect, produselor proiectate în conformitate cu cerințele clienților din țările industrial dezvoltate se manifestă efecte de digitalizare cuprinzătoare. Mai reduse ca amploare sunt activitățile de fabricație, dar și în acest domeniu se manifestă pozitiv transferul tehnologic corporativ legat de utilizarea utilajelor programabile CNC și de programele licențiate de calculator CAPP/CAM.

Toate tehnologiile digitale industriale avansate au caracter evolutiv constant. Pentru companiile din țările slab dezvoltate (Republica Moldova) cu venituri mici oportună este învățarea abundă, adică formarea competențelor factorului uman (humanware). Competențele factorului uman devin atractive pentru companiile străine care vin cu investiții în programe de calculator (software), în asigurarea tehnică cu calculatoare, rețele de comunicare, utilaje CNC etc. (technoware), se formează noi versiuni organizatorice de funcționare (orgware). Se constată, astfel, prioritatea învățământului pe domeniul tehnologiilor industriale digitale avansate, care ar lansa și celelalte aspecte ale transferului tehnologic. În companiile din țările în curs de dezvoltare deja există aplicații digitale cu acoperire humanware, software, technoware și orgware în multe sectoare care pot fi folosite drept căi de transfer tehnologic mai extins și mai profund.

**În capitolul III intitulat Metodă de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare în construcția de mașini** este argumentată și descrisă metoda elaborată de selectare și evaluare pentru transfer a tehnologiilor specifice construcției de mașini.

**Sistematica evaluării tehnologiilor și a factorilor tehnologici.** Inovarea industrială se referă la doua domenii mari organic interconectate: dezvoltarea tehnologică și evoluția/dezvoltarea pieței [37]. Procesele legate de produs, în mod tradițional, sunt

abordate prin prisma etapelor ciclului de viață al acestuia, fiecare dintre care se realizează prin seturi de tehnologii (funcții tehnologice) specifice după cum urmează: de marketing, de cercetare/dezvoltare, de proiectare constructivă, de proiectare tehnologică, de ajustare a sistemului tehnologic, de fabricare, de control/testare/încercare, de distribuție (vânzarea), de exploatare, de lichidare.

Întreprinderea ca entitate distinctă se manifestă și prin alte procese ce nu sunt legate de produs, dar care asigură apariția și formarea acestuia: aprovizionarea, mentenanța sistemelor tehnologice, gestiunea financiară, planificarea, gestiunea personalului etc.

Din cele menționate se observă că în întreprindere există mai multe seturi de tehnologii distincte pasibile de modificare, îmbunătățire și modernizare, inclusiv prin transfer tehnologic. În companie trebuie să se formeze un spațiu tehnologic omogen constituit din elemente nu numai cu rezerve de dezvoltare, dar și compatibile tehnic, energetic și informațional. În acest sens, selectarea și evaluarea tehnologiilor pentru transfer este un proces complex și neunivoc.

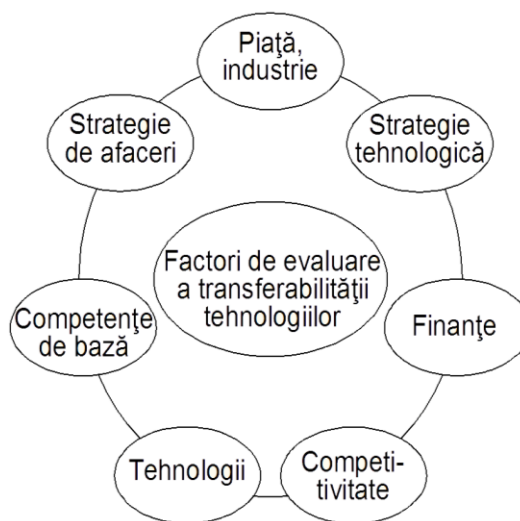
În termenii abordării sistemice evaluarea funcțiilor tehnologice trebuie făcută la trei niveluri [38]: funcția tehnologică ca element al unui sistem tehnologic ( $El_{ST}$ ) în legături și relații cu alte tehnologii cu rolurile specifice proprii; funcția tehnologică ca sistem în sine ( $ST$ ) pentru a detecta proprietățile sale integratoare, amploarea acestor proprietăți (parametri, indicatori), alte proprietăți care nu provin din analiza tehnologiei în cadrul unui sistem de tehnologii; funcția tehnologică ca sistem ce constă din elemente proprii ( $ST_{El}$ ), care reprezintă cea mai complexă evaluare pentru că trebuie să răspundă la întrebări legate de principiul fizico-tehnic de funcționare, numărul și caracterul elementelor, rolul elementelor, numărul și caracterul legăturilor dintre elemente, rolul legăturilor, proprietățile elementelor etc.

Companiile își organizează activitatea în baza definirii și urmăririi unor factori de influență tehnologică (strategia de afaceri, strategia tehnologică, competențele de bază, piața, industria, finanțele, managementul, competitivitatea etc.), care sunt rezultatul dezvoltării tehnologice în timp (fig. 9).

Transferul/dezvoltarea tehnologică se produce cu referire la toți factorii tehnologici, care interacționează atât direct cât și intermediat, adică condiționat.

Pentru orice cuplu dintre factorii de influență asupra dezvoltării sau transferabilității tehnologice poate fi aplicat modelul funcției de transfer/dezvoltare tehnologică (fig. 8), astfel încât factorii din cuplu reprezintă operatorul, operandul, iar restul - interfețe (fig. 10).

Interinfluența factorilor operator și operand este una reversibilă, dar se realizează prin mecanisme și logici diferite. adică



**Fig. 9. Factori de evaluare a transferabilității tehnologiilor**

asimetric.

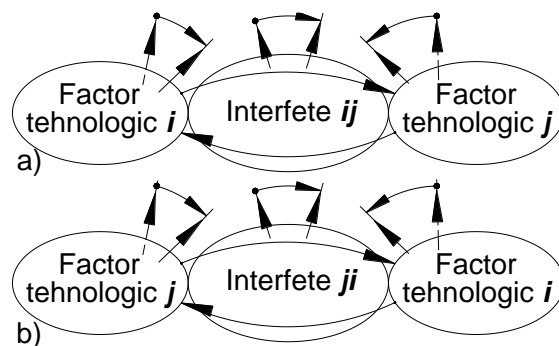
Factorii tehnologici de interfață reprezintă condiții, criterii de evaluare, iar rezultatul transferului/dezvoltării urmează a fi evaluat inclusiv prin prisma modificărilor produse în structura tuturor factorilor tehnologici, inclusiv și a celor ce au servit în calitate de interfețe.

Dacă transferul tehnologic se referă la mai multe funcții tehnologice complexe și/sau din diferite seturi, atunci problema trebuie tratată din punct de vedere al criticității fiecăreia dintre acestea. O funcție tehnologică devine critică dacă nu mai are rezerve de dezvoltare, nu mai corespunde calitativ celorlalte seturi de funcții și problema înlocuirii prin transfer tehnologic sau dezvoltare devine iminentă.

**Organizarea procesului de selectare și evaluare a tehnologiilor.** Metoda dezvoltată de selectare și evaluare a tehnologiilor în construcția de mașini se bazează pe abordări multiple și complexe [39] și include următoarele etape principale [40, 41]: stabilirea procesului de selectare și evaluare; colectarea datelor despre tehnologii; identificarea și verificarea criteriilor; selectarea tehnologiilor prin filtrul de triaj; evaluarea tehnologiilor prin punctarea parțială și generală; evaluarea tehnologiilor cu ajutorul instrumentelor de suport TRL și MRL; analiza rezultatelor și luarea deciziilor.

Criteriile de evaluare au fost structurate pe următoarele grupuri generale:

- strategic (potrivirea strategică, congruența, alinierea strategică, importanța pentru succesul companiei, impactul tehnologiei asupra strategiei, adecvarea cunoștințelor legate de Industria 4.0);
- financiar (mărima și condițiile de finanțare, probabilitatea rentabilității investiției);
- industrie/piață (pregătirea industriei/pieșei pentru tehnologie, conștientizarea relevanței conceptului Industrie 4.0, raportarea tehnologiei cu necesitățile actuale ale industriei/pieșei, atractivitatea industriei/pieșei interne, atractivitatea industriei/pieșei externe, dimensiunea industriei/pieșei, intensitatea concurențială în industrie/pe piață, durata estimată a ciclului de viață);
- factori interni (competențele de bază, personalul: disponibilitatea de personal și facilități, competențele digitale ale angajaților la scara Industriei 4.0, competențele de bază tehnico-tehnologice, abilitățile tehnico-tehnologice, abilitățile de dezvoltare a aplicațiilor tehnologice, sprijinul organizatoric, potrivirea cu canalele de aprovizionare existente);
- specificațiile tehnologice (raportarea caracteristicilor tehnologiei cu concurența, alinierea tehnologiei la conceptele moderne de tehnologii digitalizate, valoarea oferită de tehnologie, avantajul concurențial al tehnologiei, rezerva de dezvoltare a tehnologiei, funcționalitatea tehnologiei demonstrată în prototip, implementarea tehnologiei, avantajul competitiv al tehnologiei bazat pe complexitatea reproducerii caracteristicilor - cheie de către



**Fig. 10. Modelul funcției de transfer/dezvoltare tehnologică aplicat pentru stabilirea interinfluenței asimetrice a factorilor tehnologici:**  
a) directe, b) reactive

concrenții, poziția de drept al proprietății intelectuale a tehnologiei, oportunitățile de sinergie a tehnologiei, capacitatea de a forma ecosisteme tehnologice, mentenanța tehnologiei după transfer);

- intangibilitatea (tehnologia ca platformă, potențialul, formarea noilor competențe și cunoștințe, impactul asupra imaginii companiei și mărcii, rolul tehnologiei asupra relațiilor cu clienții, impactul reglementărilor externe).

Deoarece numărul de factori tehnologici este mare este îndreptățită utilizarea modelului funcției de transfer/dezvoltare tehnologică (fig. 8), astfel încât interfațarea se face succesiv în mod direct (nemijlocit) cu unul din factorii tehnologici, iar ceilalți factori realizează interfațare asociată similară mediului tehnologic extern (fig. 11). Acest proces iterativ permite evaluarea influențelor tuturor factorilor pornind de la diferite poziții ale acestora: nemijlocită și asociată.

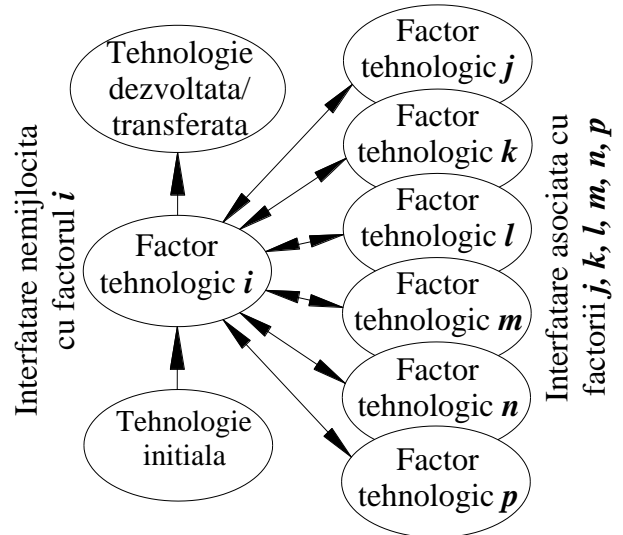
**În capitolul IV** intitulat **Studiu de caz: aplicarea metodei de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare** se prezintă un exemplu de aplicare a metodologiei pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor.

**Procesul de selectare și evaluare a tehnologiilor de produs.** Dezvoltarea tehnologică a companiilor este necesară simultan în raport cu mai multe tehnologii, inclusiv, de diferite origini: de produs, de fabricație, de proiectare, de mentenanță etc. Companiile pot simplifica lucrurile evaluând separat tehnologii de aceeași origine.

În figura 12 este reprezentat un model de dezvoltare a tehnologiei de produs bazat pe metoda dezvoltată de evaluare multicriterială măsurabilă, conform criteriilor și descriptorilor de performanță, punctajul acumulat reprezentând motivul de selectare pentru dezvoltare de la *TRL 1* la *TRL 9*.

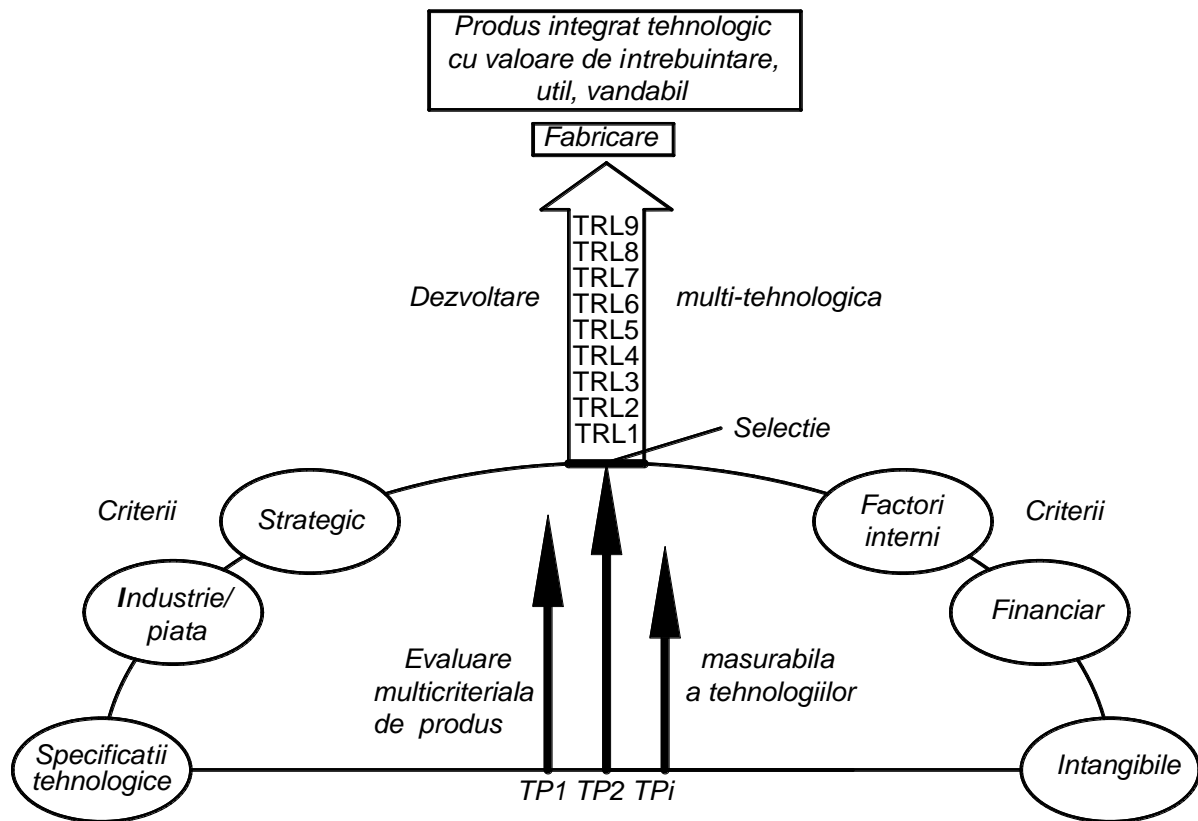
**Selectarea și evaluarea tehnologiilor de produs în întreprinderea ITA „Mecagro”.** Managementul întreprinderii a întocmit o listă de tehnologii de produs cu potențial de transfer/dezvoltare și implementare după cum urmează: elaborarea mașinii de stropit autopropulsate pentru tratarea culturilor de câmp (TP1); elaborarea mașinii de stropit cu ventilare-pulverizare locală (TP2); elaborarea sistemelor modulare multifuncționale pentru mașinile de stropit (TP3); elaborarea utilajului pentru prelucrarea solului între rânduri din livezi (TP4).

Rezultatele evaluării tehnologiilor de produs conform metodei dezvoltate sunt date în tabelul 1. Simultan a fost realizată evaluare conform nivelurilor de pregătire TRL și MRL.



**Fig. 11. Evaluarea transferabilității/dezvoltării tehnologiilor cu factori tehnologici de interfațare directă (nemijlocită) și asociată**

În urma acestei evaluări factorii de decizie din ITA "Mecagro" au considerat oportună dezvoltarea tehnologiei de produs TP1 - „Elaborarea mașinii de stropit autopropulsate pentru tratarea culturilor de câmp”. Alte tehnologii urmează a fi propuse pentru analiză și dezvoltare în alte sesiuni de evaluare. Rezultatele obținute în sesiunea de selectare și evaluare a tehnologiilor în cadrul ITA "Mecagro" au fost considerate utile și de valoare, fapt confirmat prin actul de implementare.



**Fig. 12. Model de transfer/dezvoltare a tehnologiei de produs în produs cu valoare de întrebuințare**

**Tabelul 1. Performanțele tehnologiilor conform criteriilor**

Criterii	TP1	TP2	TP3	TP4
<b>Strategic</b>	5,4	4,6	4,2	4,8
<b>Financiar</b>	3,7	3,7	4,0	3,7
<b>Piață</b>	4,0	3,5	3,4	3,4
<b>Factori interni</b>	5,9	5,5	5,9	5,4
<b>Specificațiile tehnologice</b>	5,3	4,4	4,4	4,4
<b>Intangibile</b>	4,2	3,9	3,4	3,9
<b>TOTAL</b>	<b>4,75</b>	<b>4,26</b>	<b>4,21</b>	<b>4,26</b>
<b>TRL</b>	TRL 5	TRL 4	TRL 3	TRL 2
<b>MRL</b>	MRL 6	MRL 5	MRL 6	MRL 4



## CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

În urma cercetărilor efectuate pot fi formulate următoarele concluzii finale:

- Transferul tehnologic determină calitatea dezvoltării tehnologice și necesită mecanisme de evaluare nu numai calitativă, dar și cantitativă pentru a aprecia eficacitatea și eficiența transferului [38]. Pentru evaluarea tehnologiilor în teză este propusă utilizarea modelului funcției tehnologice care include interacțiunea a trei obiecte distincte: a purtătorului de sarcini tehnologice (operatorului), a obiectului extern asupra căruia se aplică acțiunea (operandului) și a interfeței. Astfel, funcția tehnologică se manifestă prin reorganizarea funcțiilor interne ale operatorului, interfeței și operandului provocate de interacțiune și are caracter de modificare a proprietăților acestora, fapt ce oferă posibilitatea de a le măsura [34].
- Funcțiile tehnologice se manifestă prin sarcini tehnologice de două categorii: fizico-tehnice (materiale, energetice, procese etc.) și imateriale (teorii, concepte, date, cunoștințe etc.), fiind, astfel specificate două căi de transfer tehnologic cu efecte: de modificare a proprietăților fizico-tehnice; de dezvoltare/aliniere a tehnologiilor la cerințele moderne digitale și tehnice non-digitale [34].
- Proprietățile funcțiilor tehnologice se măsoară la interacțiunea obiectelor reale sau reprezentative în condiții reale sau reprezentative, astfel încât în cele mai multe cazuri proprietățile măsurate sunt reprezentative, adică necesită interpretare sau evaluare a adecvării. Modelul funcției tehnologice propus permite măsurarea simultană a schimbărilor produse în operator, operand și interfață, rezultatul fiind mai complex, dar mai bun pentru analiză [34].
- Măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice în contextul obiectelor complexe imateriale se face prin alinierea tehnologiilor la nivelul modern regional și global. Tehnologiile specifice construcției de mașini) și suportul informațional de proiectare/fabricare (CAD, CAE, CAPP, CAM/CNC, PDM/PLM etc.) în mediul tehnologiilor-piloni ale Industriei 4.0 formează spațiul unic al Fabricației Inteligente. Conform modelului funcției de transfer/dezvoltare tehnologică propus în teză toate tehnologiile Industriei 4.0 reprezintă mediul de viață și simultan interfețe de interacțiune pentru dezvoltarea tehnologiilor de ramură [34, 35].
- În teză este aplicat modelul funcției tehnologice pentru stabilirea interinfluențele oricărei perechi de factori externi tehnologiei în regim interfațat de alți factori, jenerând astfel o funcție de transfer/dezvoltare tehnologică. Este propus un nou mecanism de evaluare utilizând modelul funcției de transfer/dezvoltare tehnologică, în care orice factor extern tehnologiei este tratat atât ca influență directă nemijlocită, cât și ca una mijlocită (interfațată) de alți factori. Astfel, evaluarea devine multicriterială și sistemic orientată [34].
- În teză este propus un model de geamăn digital bazat pe modelul funcției tehnologice, conform căruia interacțiunea bilaterală se produce dintre fizicul și digitalul operatorului, operandului și interfeței. Locul central în acest model revine interfeței, care reflectă multitudinea de procese fizico-tehnice la diferite scări ale analizei macro, mezo, micro caracteristice obiectelor și proceselor din construcția de mașini [35, 40].

- În ciuda faptului că RM este o țară atribuită la categoriile slab dezvoltată industrial și retardelor privind promovarea tehnologiilor informaționale ale Industriei 4.0 este oportună și iminentă canalizarea eforturilor companiilor spre crearea capacităților informatice și de comunicare de bază, modernizarea și integrarea resurselor tehnologice, crearea și modernizarea infrastructurii digitale, depășirea decalajului de capacitate digitală între diferite companii, asigurarea suportului pentru accesul la tehnologiile digitale și înlesnirea accesibilității acestora. În calitate de nucleu al acestei transformări pot servi cele de peste 30 de companii cu capital străin din domeniu cu activități de proiectare și fabricare cu instrumente moderne CAD, CAE, CAPP, CAM/CNC, PDM/PLM [35, 40].
- Metoda dezvoltată de evaluare a tehnologiilor prevede o serie de activități succesive: stabilirea procesului de selectare și evaluare cu identificarea criteriilor, constituirea descriptorilor de performanță, a nivelurilor de referință și a ponderilor acestora; selectarea tehnologiilor după tipul acestora prin filtrul de triaj; verificarea criteriilor și colectarea datelor despre tehnologii; evaluarea tehnologiei prin punctare; analizarea rezultatelor; luarea deciziei de transfer [37, 40, 41]. Metoda utilizează câteva grupe distincte de criterii cu descriptorii de performanță după cum urmează: strategici, financiari, industrie/piață, factori interni (competențe de bază, personal etc.), specificațiile tehnologice (tehnologii) și intangibilitatea (competitivitate, imagine etc.) [38]. Interacțiunea factorilor este reprezentată prin modele ale funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică și este tratată ca bilaterală și reversivă, nemijlocit pe un criteriu și contextual (interfațat) pe alte criterii. Astfel sistemul de factori (criterii) de evaluare a transferabilității tehnologiilor devine unul dinamic și în permanentă schimbare/dezvoltare.
- Metoda dezvoltată este aplicată de către o echipă pluridisciplinară de experți, care acordă fiecărui criteriu din grup un punctaj în conformitate cu descriptorii de performanță. Metoda a fost validată prin emiterea unui act de implementare în cadrul Institutului de Tehnică Agricolă „Mecagro”, contribuind la evaluarea tehnico-economică a patru tehnologii de produs propuse spre cercetare-dezvoltare și implementare de către întreprindere în baza mai multor criterii de priorizare [40].

**Recomandări.** Orice companie constructoare de mașini sau sistem de producție care se vor competitive pe piață trebuie să-și revadă tehnologiile de produs și de fabricație în vederea transferului de tehnologii profund digitalizate, realizate prin sisteme de suport CAD, CAE, CAPP, CAM/CNC, PDM/PLM etc. Tehnologiile Industriei 4.0 sunt deja accesibile în formă de platforme, de resurse, iar transferul tehnologic propriu-zis aparține companiilor interesate și echipelor de specialiști din domeniul tehnologiilor de ramură și din domeniul informațional.

**Cercetări ulterioare de perspectivă.** Pot fi menționate câteva direcții de cercetare legate de:

- alinierea tehnologiilor de produs și de fabricație la mediul tehnologic al Industriei 4.0;
- evaluarea tehnologiilor pentru transfer în baza criteriilor bazate pe nivelul de pregătire digitală a tehnologiei;

- evaluarea tehnologiilor pentru transfer în baza criteriilor bazate pe nivelul de pregătire digitală a fabricației;
- merită dezvoltare prin cercetare atât noțiunile de funcție tehnologică și de funcție de dezvoltare tehnologică, cât și mecanismele și instrumentarul de aplicare practică a acestora.

## BIBLIOGRAFIE

1. BELINA, B., MAZURKIEWICZ, A., GIESKO, T., KARSZNIA W. Tracking and predicting solution development in R&D projects using a complex assessment method. *Economics and Management*, 2015, Vol. 7, Issue 3, pp. 7-14. ISSN: 2336-5064 (online). DOI:10.12846/j.em.2015.03.01.
2. *Tehnology matters: questions to live with* D. Nye. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2006, p. 304. ISBN: 9780262640671. Disponibil:[https://www.academia.edu/734389/Technology\\_Matters\\_Questions\\_to\\_live\\_with](https://www.academia.edu/734389/Technology_Matters_Questions_to_live_with).
3. OLDENZIEL, R. Signifying semantics for a history of technology. *Tehnology and Culture*, 2006, Vol. 47, No 3, pp. 477-485. ISSN: 1097-3729 (online). DOI:10.1353/tech.2006.0194.
4. NIGHTINGALE, P. What is technology? Six definitions and two pathologies. *SSRN Electronic Journal*, 2014, SWPS 2014-19, p. 32. ISSN: 2057-6668. DOI:10.2139/ssrn.2743113.
5. TAQAVI, M. Critique of Sharif's and Pitt's models of technology. *The Journal of New Paradigm Research*, 2020, Vol. 76, No 1, pp. 1-16. ISSN: 1556-1844 (online). <https://doi.org/10.1080/02604027.2019.1671091>.
6. CETINDAMAR, D., PHAAL, R., PROBERT, D. Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Technovation*, 2009, vol. 29, pp. 237-246. ISSN: 1879-2383 (online). DOI:10.1016/j.technovation.2008.10.004
7. MEREDITH, J.R., MANTEL JR., S.J. *Project management: a managerial approach*. John Wiley & Sons, Inc., 2021, p. 544. ISBN: 978-1-119-80383-6. Disponibil: <https://books.google.md/books?id=RFVBEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>.
8. HAMZEH, R., XU, X. Technology selection methods and applications in manufacturing: A review from 1990 to 2017. *Computers & Industrial Engineering*, 2019, Vol. 138. ISSN: 1879-0550 (online). DOI:10.1016/j.cie.2019.106123.
9. KERR, C., FARRUKH, C., PHAAL, R., PROBERT, D. Key principles for developing industrially relevant strategic technology management toolkits. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, Vol. 80, No. 6, pp. 1050-1070. ISSN: 1873-5509 (online). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.006>.
10. COOPER, R.G., SOMMER, A.S. Dynamic Portfolio Management for New Product Development. *Research-Technology Management*, 2023, Vol. 66, No 3, pp. 19-31. ISSN: 1930-0166 (online). <https://doi.org/10.1080/08956308.2023.2183004>.

11. LEONG, W.Y., WONG, K.Y., WONG, W.P. A new integrated multi-criteria decision-making model for resilient supplier selection. *Applied System Innovation*, 2022, Vol. 5, No 1, p. 18. ISSN: 2571-5577. DOI:10.3390/asi5010008.
12. MITCHELL, R., PHAAL R., ATHANASSOPOULOU, N. Scoring methods for prioritizing and selecting innovation projects. *Centre for technology management working paper series*, 2018, Vol. 2, pp. 1-19. ISSN: 2058-8887. DOI:10.17863/CAM.21297.
13. TAHERDOOST, H., MADANCHIAN, M. Multi-Criteria Decision Making (MCDM). Methods and Concepts. *Encyclopedia*, 2023, Vol. 3, No 1, pp. 77-87. ISSN: 2673-8392 (online). DOI: 10.3390/encyclopedia3010006.
14. STOJCIC, M., ZAVADSKAS, E., PAMUCAR, D. et all. Application of MCDM methods in sustainability engineering: a literature review 2008–2018. *Symmetry*, 2019, Vol. 11, p. 24. eISSN: 2073-8994. <https://doi.org/10.3390/sym11030350>.
15. EMROUZNEJAD, A., MARRA, M. The state of the art development of AHP (1979–2017): A literature review with a social network analysis. *International Journal of Production Research*, 2017, Vol. 55, No 22, pp. 6653–6675. ISSN: 1366-588X (online). <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1334976>.
16. MARDANI, A., JUSOH, A., NOR, K.M. et all. Multiple criteria decision-making techniques and their applications - A review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 2015, Vol. 28, No 1, pp. 516–571. ISSN: 1848-9664 (online). <https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1075139>.
17. KOLIOS, A., MYTILINO, V., LOZANO-MINGUEZ, E., SALONITIS, K. A comparative study of multiple-criteria decision-making methods under stochastic inputs. *Energies*, 2016, Vol. 9, No 7, p. 21. ISSN: 1996-1073. DOI:10.3390/en9070566.
18. KUMAR, A., SAH, B., SINGH, A.R. et all. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, Vol. 69, pp. 596–609. ISSN: 1879-0690 (online). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.191>.
19. SIEKELOVA, A., PODHORSKA, I., IMPPOLA, J.J. Analytic hierarchy process in multiple–criteria decision–making: a model example. In: *Proceedings of International Conference on Entrepreneurial Competencies in a Changing World (ECCW 2020)*, SHS Web of Conferences 90, 2021, Vol. 90, pp. 1-10. ISBN: 978-1-7138-2412-1. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219001019>.
20. CHO, J., LEE, J. Development of a new technology product evaluation model for assessing commercialization opportunities using Delphi method and fuzzy AHP approach. *Expert Systems with Application*, 2013, Vol. 40, No 13, pp. 5314–5330. ISSN: 1873-6793 (online). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.03.038>.
21. MA, D., CHANG, C.-C., HUNG, S.-W. The selection of technology for late-starters: A case study of the energy-smart photovoltaic industry. *Economic Modeling*, 2013, Vol. 35, pp. 10–20. ISSN: 1873-6122 (online). <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.06.030>.
22. ORDOOBADI, S. Application of AHP and Taguchi loss functions in evaluation of advanced manufacturing technologies. *The International Journal of Advanced*

- Manufacturing Technology*, 2012, Vol. 67, pp. 2593–2605. ISSN: 0268-3768. DOI:10.1007/s00170-012-4676-0.
23. OLECHOWSKI, A., EPPINGER, S.D., JOGLEKAR, N. Technology readiness levels at 40: A study of state-of-the-art use, challenges, and opportunities. In: *Proceedings of Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 2015, Portland, USA, pp. 1-28. ISBN:978-1-8908-4331-1. DOI:10.1109/PICMET.2015.7273196.
24. GREITEMANN, J., CHRIST, E.E., MATZAT, A.C., REINHART, G. Strategic evaluation of technological capabilities, competencies and core-competencies of manufacturing companies. In: *Procedia CIRP. Robust Manufacturing Conference (RoMaC 2014)*, 2014, Vol. 19, pp. 57–62. ISSN: 2212-8271 (online). DOI: 10.1016/j.procir.2014.05.017.
25. REINHART, G., SCHINDLER, S. A strategic evaluation approach for defining the maturity of manufacturing technologies. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 2010, Vol. 4, No. 11, pp. 1291-1296. Disponibil: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Strategic-Evaluation-Approach-for-Defining-the-of-Reinhart-Schindler/6a8bd380554b001350edeb69758560f79ebfd217>.
26. BROUSSEAU, E., BARTON, R., DIMOV, S., BIGOT, S. A methodology for evaluating the technological maturity of micro and nano fabrication processes. In: *Proceedings IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Boston: Springer, 2010. Vol. 315, pp. 329-336. ISSN: 1868-4238. Disponibil: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-11598-1\\_38](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-11598-1_38).
27. OWENS, D., KHAZANCHI, D. From strategic intent to implementation: how information technology initiatives take shape in organizations. In: *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, 2018, pp. 4783-4792. ISBN: 978-0-9981331-1-9. Disponibil: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/server/api/core/bitstreams/7a9eb55a-0ea3-4e44-bc08-168485d5042a/content>.
28. OMAR, R., TAKIM, R., NAWAWI, A.H. Measuring of technological capabilities in technology transfer (TT) projects. *Asian Social Science*, 2012, Vol. 8, No 15. pp. 211-221. e-ISSN: 1911-2025. DOI:10.5539/ass.v8n15p211.
29. WEBER, E., REYDON, T., BOON, M. et all. The ICE-theory of technical functions. *Metascience*, 2013, Vol. 22, No. 1, pp. 23-44. ISSN: 0815-0796. DOI:10.1007/s11016-012-9642-9.
30. *Industrial Development Report 2022. The Future of Industrialization in a Post-Pandemic World. Overview*. United Nations Industrial Development Organization, Vienna, 2023, p. 32. Disponibil: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-11/IDR%202022%20OVERVIEW%20-%20EN%20EBOOK.pdf>.
31. SUKATHONG, S., SUKSAWANG, P., NAENNA, T. Analyzing the importance of critical success factors for the adoption of advanced manufacturing technologies. *International Journal of Engineering Business Management*, 2021, vol. 13, pp. 1–16. ISSN: 1847-9790 (online). DOI:10.1177/18479790211055057

32. *Industrial Development Report 2020. Industrializing in the digital age. Overview.* United Nations Industrial Development Organization, Viena, 2021, p. 28. Disponibil: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO\\_IDR2020-English\\_overview.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO_IDR2020-English_overview.pdf).
33. TOCA, A., NIȚULENCO, T., CIUPERCĂ, R. *Analiza sistemică și funcțională.* Chișinău: Tehnica-UTM, 2022, 281 p. ISBN: 978-9975-45-767-5.
34. **IATCHEVICI, V.** Evaluation and measurement of technological functions. *Journal of Engineering Science*, Chișinău: Tehnica UTM, 2023, Vol. 30 (1), pp. 22-36. ISSN: 2587-3474. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(1\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(1).02)
35. **IATCHEVICI, V.,** TOCA, A., NITULENCO, T., STRONCEA, A. The technological transfer under the conditions of digitalization of products and processes. *Journal of Engineering Science*, Chișinău: Tehnica UTM, 2023, Vol. 30, nr. 4, pp. 31-44. ISSN: 2587-3474. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(4\).03](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(4).03).
36. **IATCHEVICI, V.** Extinderea comunicărilor în transfer tehnologic în regiunea transfrontalieră România-Ucraina-Republica Moldova. Vector European. *Revista științifică*, 2015, Chișinău: AGEPI, nr. 3, pp. 25-28. ISSN: 2345-1106. Disponibil: [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/42461](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/42461).
37. **IATCHEVICI, V.** Management of life cycle of innovative technologies. In: *Proceedings of the Scientific horizon in the context of social crises conference, Scientific Collection "Interconf"*, 2021, Nr 41, pp. 121-124. ISBN 978-4-272-00922-0. Disponibil: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/8552>.
38. TOCA, A., **IATCHEVICI, V.,** NITULENCO, T., RUSU, N. Some aspects of technology transfer. In: *Proceedings of Innovative Manufacturing Engineering & Energy IManE&E2018*, MATEC Web of Conferences, 2018, 178, p. 6. ISBN: 978-1-5108-6801-4. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201817808006>.
39. **IATCHEVICI, V.** Selection and evaluation of technologies for the transfer to the industry. In: *Proceedings of 15th International Technology Transfer Conference*, October 10-14, 2022, Ljubljana, Slovenia, pp. 217–220. ISSN: 2630-371X. Disponibil: [http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2022/IS2022\\_Complete.pdf](http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2022/IS2022_Complete.pdf).
40. **IATCHEVICI, V.** Selectarea și evaluarea tehnologiilor pentru transfer. *Journal of Social Science*, Chișinău: Tehnica UTM, 2023, Vol VI, No. 4, pp. 18-31. ISSN: 2720-9938. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6\(4\).02](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6(4).02)
41. **IATCHEVICI, V.** Procesul de căutare, evaluare și selectare a tehnologiilor pentru transfer tehnologic. Chișinău: *Intellectus*, 2017, No 3, pp. 63-65. ISSN: 1810-7079. Disponibil: <https://www.agepi.gov.md/ro/intellectus/intellectus-3-2017/procesul-de-c%C4%83utare-evaluare-%C8%99i-selectare-tehnologiilor-pentru>.

## LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE ALE AUTORULUI LA TEMA TEZEI

### Articole în diferite reviste științifice:

1. **IATCHEVICI, V.** Selectarea și evaluarea tehnologiilor pentru transfer. *Journal of Social Science*, Chișinău: Tehnica UTM, 2023, Vol VI, No. 4, pp. 18-31. ISSN: 2720-9938. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6\(4\).02](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6(4).02)
2. **IATCHEVICI, V., TOCA, A., NITULENCO, T., STRONCEA, A.** The technological transfer under the conditions of digitalization of products and processes. *Journal of Engineering Science*, Chișinău: Tehnica UTM, 2023, Vol. 30, nr. 4, pp. 31-44. ISSN: 2587-3474. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(4\).03](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(4).03).
3. **IATCHEVICI, V.** Evaluation and measurement of technological functions. *Journal of Engineering Science*, Chișinău: Tehnica UTM, 2023, Vol. 30 (1), pp. 22-36. ISSN: 2587-3474. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(1\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(1).02)
4. **IATCHEVICI, V.** Procesul de căutare, evaluare și selectare a tehnologiilor pentru transfer tehnologic. Chișinău: *Intellectus*, 2017, No 3, pp. 63-65. ISSN: 1810-7079. Disponibil: <https://www.agepi.gov.md/ro/intellectus/intellectus-3-2017/procesul-de-c%C4%83utare-evaluare-%C8%99i-selectare-tehnologiilor-pentru>.
5. **IATCHEVICI, V.** Extinderea comunicărilor în transfer tehnologic în regiunea transfrontalieră România-Ucraina-Republica Moldova. Vector European. *Revista științifică*, 2015, Chișinău: AGEPI, nr. 3, pp. 25-28. ISSN: 2345-1106. Disponibil: [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/42461](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/42461).

### Articole în culegeri științifice:

6. **IATCHEVICI, V.** Selection and evaluation of technologies for the transfer to the industry. In: *Proceedings of 15th International Technology Transfer Conference*, October 10-14, 2022, Ljubljana, Slovenia, pp. 217–220. ISSN: 2630-371X. Disponibil: [http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2022/IS2022\\_Complete.pdf](http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2022/IS2022_Complete.pdf).
7. **IATCHEVICI, V.** Management of life cycle of innovative technologies. In: *Proceedings of the Scientific horizon in the context of social crises conference, Scientific Collection "Interconf"*, 2021, Nr 41, pp. 121-124. ISBN 978-4-272-00922-0. Disponibil: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/8552>.
8. **TOCA, A., IATCHEVICI, V., NITULENCO, T., RUSU, N.** Some aspects of technology transfer. In: *Proceedings of Innovative Manufacturing Engineering & Energy IManE&E2018*, MATEC Web of Conferences, 2018, 178, p. 6. ISBN: 978-1-5108-6801-4. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201817808006>.

## ADNOTARE

**la teza de doctor cu tema „Selectarea și evaluarea tehnologiilor pentru transfer în construcția de mașini” prezentată de către Vadim Iațhevici pentru obținerea titlului științific de doctor în științe inginerești la specialitatea 271.01. Ingineria și managementul producerii, Chișinău, 2024**

**Structura tezei:** lucrarea include introducerea, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 132 titluri, 6 anexe, 121 pagini text de bază, 43 de figuri și 9 tabele. Rezultatele studiului au fost publicate în 8 articole științifice, dintre care 6 semnate numai de autorul tezei.

**Cuvinte-cheie:** tehnologie, managementul tehnologic, transfer tehnologic, proprietate, interfață, funcție tehnologică, funcție de transfer/dezvoltare tehnologică, evaluare și selectare, criterii de evaluare și selectare, descriptori de performanță, Industrie 4.0, fabricație inteligentă.

**Scopul lucrării** constă în dezvoltarea metodei, criteriilor și mecanismelor de selectare și evaluare a tehnologiilor specifice construcției de mașini bazate pe măsurarea proprietăților funcțiilor tehnologice, funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică și a efectelor acestora asupra factorilor tehnologici, inclusiv în noile condiții de dezvoltare industrială.

**Obiectivele cercetării:** identificarea mecanismelor de asigurare a măsurabilității tehnologiilor și a efectelor tehnico-economice ale utilizării tehnologiilor; identificarea și cercetarea sistemului de factori pentru definirea și caracterizarea funcțiilor tehnologice, funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică și a efectelor acestora; identificarea factorilor de evaluare și măsurare a proprietăților funcțiilor tehnologice și funcțiilor de transfer/dezvoltare tehnologică în contextul conceptului Industrie 4.0; identificarea factorilor de amplificare a transferului tehnologic în condițiile actuale industriale din Republica Moldova; dezvoltarea și validarea unei metode sistemice de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare în construcția de mașini și ușor accesibile și adaptabile la nevoile specifice ale companiilor.

**Noutatea și originalitatea științifică** constă în: dezvoltarea conceptului de funcție tehnologică bazată pe măsurabilitatea tehnologiilor prin variația proprietăților provocate de reorganizarea funcțiilor interne ale operatorului, interfeței și operandului; dezvoltarea conceptului de funcție de transfer/dezvoltare tehnologică bazată pe interacțiunea interfațată a factorilor de mediu tehnologic; identificarea sarcinilor de transfer tehnologic al cuplelor tehnologice specifice construcției de mașini – tehnologie Industrie 4.0 și specificarea caracteristicilor transferului tehnologic în condițiile actuale industriale din Republica Moldova; dezvoltarea unei metode sistemice de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer bazată pe criterii, descriptori de performanță și filtre.

**Problema științifică soluționată** constă în demonstrarea măsurabilității tehnologiilor prin proprietățile obiectelor în interacțiune orientată, mecanismul de interacțiune dintre obiecte cu interfațare și cu formarea funcției tehnologice, legităților de manifestare a funcțiilor tehnologice prin reorganizarea funcțiilor interne ale operatorului, interfeței și operandului, mecanismelor de definire și de măsurare a proprietăților funcțiilor tehnologice, mecanismelor de transfer/dezvoltare tehnologică în cuplele: tehnologie specifică construcției de mașini – tehnologie Industrie 4.0., fapt care a condus la elaborarea și implementarea metodei sistemice multistrat de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer în construcția de mașini bazată pe criterii și descriptorii de performanță originali.

**Semnificația teoretică** constă în dezvoltarea și cercetarea unei noi abordări de proces cu caracteristici măsurabile la selecția și evaluarea a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare.

**Valoarea aplicativă** a lucrării constă în dezvoltarea metodei și a instrumentelor de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer/dezvoltare în cadrul întreprinderilor constructoare de mașini și aprobarea acesteia prin implementarea în una din întreprinderile din RM. Metoda poate fi ușor aplicată pentru orice tip de tehnologii.

**Implementarea rezultatelor științifice** a fost efectuată în cadrul Institutului de Stat de Tehnică Agricolă „Mecagro”, Republica Moldova.



## ANNOTATION

**for the PhD thesis „*Selection and evaluation of technologies for transfer in machine building*” presented by Vadim Iatchevici for conferring the degree of Doctor of Engineering, specialty 271.01. Engineering and production management, Chişinău, 2024**

**Thesis content:** the thesis itself includes introduction, four chapters, final conclusions, 132 references, 6 annexes, 121 text pages basic text, 43 figures and 9 tables. Based on the results of the study, 8 scientific articles were published, of which 6 were single-author.

**Keywords:** technology, technology management, technology transfer, property, interface, technology function, technology transfer/development function, evaluation and selection, evaluation and selection criteria, performance descriptors, Industry 4.0, smart manufacturing.

**Purpose of the work:** the development of the methodology, criteria and mechanisms for selecting and evaluating the technologies specific to machine building based on the measurement of the properties of technological functions, the functions of technological transfer/development and their effects on the technological factors, including in the new conditions of industrial development.

**Research objectives:** identifying the mechanisms for ensuring the measurability of technologies and the technical-economic effects of their use; identification and research of the system of factors for the definition and characterization of technological functions, technological transfer/development functions and their effects; the identifying the factors for evaluating and measuring the properties of technological functions and the functions of technological transfer/development in the context of the Industry 4.0 concept; the identification of the factors for enhancing the technological transfer in the current industrial conditions in the Republic of Moldova; the development and validation of a systemic methodology for selecting and evaluating technologies for transfer/development in the machine building and easily accessible and adaptable to the specific needs of companies.

**The scientific novelty and originality consists in:** the development of the concept of technological function based on the measurability of technologies through the variation of properties caused by the reorganization of the internal functions of the operator, the interface and the operand; the development of the concept of technological transfer/development function based on the interfaced interaction of technological environment factors; the identification of technological transfer tasks of technology couples specific to machine building - Industry 4.0 technology and the specification of technological transfer characteristics in the current industrial conditions of the Republic of Moldova; developing a systematic methodology for selecting and evaluating technologies for transfer based on criteria, performance descriptors and filters.

**The solved scientific problem** consists in demonstrating the measurability of technologies through the properties of objects in oriented interaction; the mechanism of interaction between objects with interfacing and with the formation of the technological function; the laws of manifestation of technological functions by reorganizing the internal functions of the operator, the interface and the operand; the mechanisms for defining and measuring the properties of technological functions, the mechanisms of technological transfer/development in couplings: technology specific to machine building - Industry 4.0 technology, which led to the development and implementation of the multi-layered systemic methodology for selecting and evaluating technologies for transfer in machine construction based on criteria and the original performance descriptors.

**Theoretical meaning:** consists of developing and research of a new process approach with measurable characteristics in the selection and evaluation of technologies for transfer-development.

**Applicative value:** The applicative value of the work consists in the development of the methodology and the tools for selecting and evaluating technologies for transfer/development within the machine building companies and its approval through implementation in one of the companies in the Republic of Moldova. The methodology can be easily applied for any type of technologies.

**Application of the scientific results.** The implementation of the scientific results took place within the State Institute of Agricultural Technique "Mecagro", Republic of Moldova.

## АННОТАЦИЯ

для диссертации „Отбор и оценка технологий для трансфера в машиностроении ”  
представленной Вадимом Яцкевичем для присвоения ученой степени Доктора  
Технических Наук по специальности 271.01. Инженерия и менеджмент производства,  
Кишинёв, 2024.

**Содержание диссертации:** работа включает введение, четыре главы, основные выводы, библиографию из 132 источников, 6 приложений, 121 страниц основного текста, 43 рисунка и 9 таблиц. Результаты диссертации опубликованы в 8 научных статьях, 6 из которых без соавторов.

**Ключевые слова:** технология, управление технологиями, трансфер технологий, свойство, интерфейс, технологическая функция, функция трансфера/развития технологий, оценка и выбор, критерии оценки и выбора, дескрипторы значимости, Индустрия 4.0, умное производство.

**Цель работы** состоит в разработке методологии, критериев и механизмов выбора и оценки технологий, специфичных для машиностроения, на основе измерения свойств технологических функций, функций технологического трансфера/развития и их влияния на технологические факторы, в том числе в новых условиях промышленного развития.

**Задачи исследования:** установление механизмов обеспечения измеримости технологий и технико-экономического эффекта от их использования; выявление и исследование системы факторов для определения и характеристики технологических функций, функций технологического трансфера/развития и их эффектов; выявление факторов оценки и измерения свойств технологических функций и функций технологического трансфера/развития в контексте концепции Индустрии 4.0; выявление факторов усиления технологического трансфера в современных промышленных условиях Республики Молдова; разработка и валидация системной методологии выбора и оценки технологий машиностроения для удобного трансфера/развития, также адаптируемой к конкретным потребностям компаний.

**Научная новизна и оригинальность заключается в:** разработке концепции технологической функции, основанной на измеримости технологий посредством изменения свойств, вызванного реорганизацией внутренних функций оператора, интерфейса и операнда; разработке концепции функции технологического трансфера/развития на основе сопряженного взаимодействия факторов технологической среды; определение задач технологического трансфера пар технологий специфичных для машиностроения – технологии Индустрии 4.0, и определение характеристик технологического трансфера в текущих промышленных условиях Республики Молдова; разработка систематической методологии выбора и оценки технологий для трансфера на основе критериев, показателей эффективности и фильтров.

**Решаемая научная задача** состоит в демонстрации измеримости технологий через свойства объектов при ориентированном взаимодействии, механизма взаимодействия объектов с интерфейсом и с формированием технологической функции, закономерности проявления технологических функций через реорганизацию внутренние функции оператора, интерфейс и операнд, механизмы определения и измерения свойств технологических функций, механизмы трансфера/развития технологий в парах: технология, специфичная для машиностроения – технология Индустрии 4.0, которая привела к разработке и внедрению многоуровневая системная методология выбора и оценки технологий для трансфера в машиностроении на основе критериев и оригинальных показателей эффективности.

**Теоретическая значимость** заключается в разработке и исследовании нового процессного подхода с измеряемыми характеристиками при выборе и оценке технологий для трансфера/развития на предприятиях машиностроения.

**Прикладная ценность** работы заключается в разработке методологии и инструментария выбора и оценки технологий для трансфера/развития на машиностроительных предприятиях и их апробации путем внедрения на одной из компаний Республики Молдова. Методику можно легко применить для любого типа технологий.

**Внедрение научных результатов** проходило в Государственном Институте Сельскохозяйственной Техники «Mesaagro», Республика Молдова.

**VADIM IAȚCHEVICI**

**SELECTAREA ȘI EVALUAREA TEHNOLOGIILOR PENTRU TRANSFER  
ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI**

**Specialitatea**  
**271.01. INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL PRODUCERII**  
**(pe ramuri ale producerii industriale)**

**Rezumatul tezei de doctor în științe inginerești**

---

Bun de tipar 12.04.2024  
Hârtie offset. Tipar RISO  
Coli de tipar 2.25

Formatul hârtiei 60x84 1/16  
Tirajul 50 ex  
Comanda nr. 55

---

MD 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168, UTM  
MD 2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9, Editura "Tehnica-UTM"